

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 Зменшення витрат на електричну енергію цехом з виготовлення  
світлопрозорих конструкцій ФОП «ViGrand» м. Одеса

Виконав: студент 3 курсу, групи 6.1419-с  
спеціальності 141 Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

спеціалізації

(код і назва спеціалізації)

освітньої програми Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка

(назва освітньої програми)

Літвішко А. В.

(ініціали та прізвище)

Керівник к.т.н., доц. Башлій С.В.

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

Рецензент Артемчук В.В.

(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  
Рівень вищої освіти перший (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., доц. В.Л. Коваленко  
« 20 » 06 2022 року

**З А В Д А Н Н Я  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Літвішку Андрію Вікторовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи Зменшення витрат на електричну енергію цехом з виготовлення світлопрозорих конструкцій ФОП «ViGrand» м. Одеса

керівник роботи Башлій Сергій Вікторович, 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.

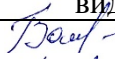

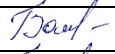
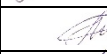
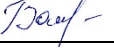

3 Вихідні дані до роботи; Витрати електричної енергії основним обладнанням – 57163 кВт год; структура електроспоживання: основне виробниче обладнання – 66%, вентиляція – 11,6 %, освітлення – 22,1%.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Аналіз впровадження енергозберігаючих заходів на підприємстві 2) Розрахунок заходів з підвищення ефективності електроспоживання цехом з виготовлення світлопрозорих конструкцій ФОП «ViGrand» 3) Техніко-економічне обґрунтування впровадження заходів з підвищення енергоефективності системи електроспоживання.

5 Перелік графічного матеріалу 1) Аналіз електроспоживання цехом з виготовлення світлопрозорих конструкцій ФОП «ViGrand» 2) План цеху 3)\ Схема однолінійна 4) Заходи в системі вентиляції 5) Впровадження заходів в

системі повітрязабезпечення 6) Техніко-економічні показники підвищення ефективності електроспоживання цеху.

## 6 Консультанти розділів роботи

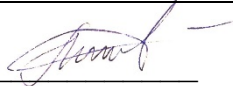
| Розділ   | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата                                                                        |                                                                                     |
|----------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                           | завдання видав                                                                      | завдання прийняв                                                                    |
| Розділ 1 | Башлій С.В., к.т.н. доцент                |  |  |
| Розділ 2 | Башлій С.В., к.т.н. доцент                |  |  |
| Розділ 3 | Башлій С.В., к.т.н. доцент                |  |  |

7 Дата видачі завдання 01.02.2022 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи                                                                                          | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1     | Аналіз впровадження енергозберігаючих заходів на підприємстві                                                                | 01.03.2022                    |          |
| 2     | Розрахунок заходів з підвищення ефективності електроспоживання цехом з виготовлення світлопрозорих конструкцій ФОП «ViGrand» | 01.04.2022                    |          |
| 3     | Техніко-економічне обґрунтування впровадження заходів з підвищення енергоефективності системи електроспоживання.             | 10.05.2022                    |          |

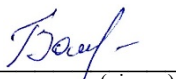
Студент

  
(підпис)

А. В. Літвішко

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи

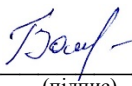
  
(підпис)

С.В. Башлій

(ініціали та прізвище)

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер

  
(підпис)

С.В. Башлій

(ініціали та прізвище)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: 63 сторінки, 11 рисунків, 12 таблиць, 16 джерел.

Темою дипломного проекту є зменшення витрат на електричну енергію цехом з виготовлення світлопрозорих конструкцій ФОП «ViGrand» м. Одеса.

Метою дипломного проекту є підвищення рівня енергоефективності системи електроспоживання цеху виготовлення світлопрозорих виробів ФОП «ViGrand», визначення економічної доцільності впровадження енергоефективних технологій.

Аналіз втрат електричної енергії, а також не раціональне її використання зможе визначити найбільш доцільні заходи з енергозбереження, в тому числі, заходи з підвищення рівня ефективності системи електроспоживання цеху підприємства.

В економічній частині проведено фінансовий аналіз ефективності запропонованих заходів з енергозбереження.

СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ПНЕВМАТИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ,  
НОРМИ ОСВІТЛЕННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЕКТІВ, ЕНЕРГЕТИЧНИЙ  
МЕНЕДЖМЕНТ

## ЗМІСТ

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Вступ.....                                                                                                                 | 6  |
| 1 Аналіз впровадження енергозберігаючих заходів на підприємстві .....                                                      | 9  |
| 1.1 Загальні відомості про виробництво .....                                                                               | 9  |
| 1.2 Аналіз існуючої системи енергопостачання об'єкта .....                                                                 | 14 |
| 1.2.1 Система електропостачання підприємства.....                                                                          | 14 |
| 1.2.2 Внутрішньоцехова електрична мережа.....                                                                              | 21 |
| 1.3 Аналіз енергоспоживання підприємства.....                                                                              | 22 |
| 1.4 Енергетичний баланс підприємства.....                                                                                  | 23 |
| 1.5 Огляд можливих заходів підвищення ефективності<br>електроспоживання в умовах підприємства .....                        | 29 |
| 1.6 Заходи з енергозбереження, що<br>передбачаються.....                                                                   | 37 |
| 1.7 Рекомендації щодо реконструкції обладнання компресорної<br>станції.....                                                | 38 |
| 2 Розрахунок заходів з підвищення ефективності електроспоживання<br>ФОП «ViGrand».....                                     | 42 |
| 2.1. Розрахунки заходів щодо зниження витрати електричної енергії                                                          | 42 |
| 2.2.1 Розрахунок зниження витрати електричної енергії шляхом<br>модернізації системи забезпечення стиснутим повітрям ..... | 42 |
| 2.2.2 Перехід на більш ефективні джерела світла.....                                                                       | 48 |
| 2.2.3 Перехід від загальнообмінної до локальної вентиляції.....                                                            | 49 |
| 3 Техніко-економічне обґрунтування впровадження заходів з підвищення<br>енергоефективності системи електроспоживання ..... | 51 |
| 3.1 Економічна ефективність реконструкції обладнання компресорної.                                                         | 51 |
| 3.2 Організація локальної вентиляції .....                                                                                 | 51 |
| 3.3 Загальні техніко-економічні показники впровадження<br>енергозберігаючих заходів.....                                   | 55 |

|                       |    |
|-----------------------|----|
| Висновки.....         | 59 |
| Перелік посилань..... | 62 |

## ВСТУП

Питання економії енергетичних ресурсів на сьогоднішній день є актуальним і виникає перед кожним представником сучасного суспільства. Запасів енергоресурсів на Україні залишається все менше, а процес їх видобутку стає дуже складним і небезпечним. Використання нетрадиційної енергетики ще не знайшло широкого розповсюдження в Україні. Єдиний вихід - це економія енергоресурсів. В даний час у світовій енергетиці простежується стійка тенденція до збільшення виробництва і споживання енергії, особливо електричної. Навіть з урахуванням значних структурних змін в промисловості та переходу на енергозберігаючі технології, потреби в тепло-і електроенергії в найближчі десятиліття будуть тільки збільшуватися.

Основний потенціал енергозбереження – це економія енергії у процесі її споживання. Це стосується, насамперед, електричної енергії. Тому вагомим напрямком енергозбереження, для подібних об'єктів, що розглядається в дипломному проекті, є зменшення втрат в електромережах, які для окремих регіонів сьогодні сягають 30 відсотків.

З однієї сторони при збільшенні номінальної напруги системи електропостачання зменшуються втрати електроенергії, підвищується пропускна здатність системи електропостачання, але збільшуються вкладення в ізоляцію електроустаткування; з другого – при зменшенні номінальної напруги зростають втрати електроенергії та зменшується пропускна здатність мережі.

Для остаточного визначення номінальної напруги слід вирішити це завдання на основі техніко-економічного порівняння різних варіантів. У зв'язку з цим потрібно визначити декілька номінальних напруг на яких можливе виконання електропостачання, далі визначити залежність напруги від витрат, та знаходячи мінімум цієї функції визначають раціональну нестандартну номінальну напругу, яку округляють до найближчої стандартної напруги.

Між реактивними елементами в системі електропостачання постійно

проходить обмін реактивною енергією, яка на відміну від активної не споживається але необхідна для роботи устаткування. В зв'язку з цим передача реактивної потужності по-перше зменшує пропускну здатність системи, а по-друге збільшує падіння напруги в вузлах системи, що негативно відображається на економічних показниках роботи. Для вирішення цієї проблеми проводять як технічні заходи по зменшенню споживання реактивної потужності приймачами, так і компенсацію реактивної потужності.

У разі компенсації реактивної потужності необхідно вирішити ряд таких питань: вибрати компенсуючі пристрої; розмістити в системі електропостачання компенсуючі пристрої.

Організація електроспоживання включає в себе планування і регулювання електроспоживання. Плануванням електроспоживання є встановлення показників, що визначають взаємовідносини між підприємством та енергопостачальною організацією, на основі оптимальної (за сукупністю цих показників) організації режимів роботи електроприймачів технологічних процесів підприємства з дотриманням умов, що забезпечують випуск продукції даної кількості та якості. Регулюванням електроспоживання називається здійснення організаційно-технічних заходів, які забезпечують регламентовані енергопостачальною організацією показники електроспоживання з мінімальним впливом на випуск підприємством продукції даної кількості та якості.

Усі розроблені підприємствами заходи з організації електроспоживання поділяються на дві групи: заходи, що не потребують і ті що потребують додаткових капіталовкладень.

На сьогоднішній день існує кілька напрямків проектів економії і раціонального використання палива й енергії, реалізація яких дає як практично миттєвий, так перспективний економічний ефект.

Впровадження заходів з енергозбереження несе за собою не тільки зменшення кількості спожитої підприємством електричної енергії, але і зниження собівартості вихідної продукції, що відповідає тематиці дипломного проекту.



Організація ефективного енергетичного менеджменту на промисловому підприємстві - це найважливіше завдання, яке постає перед керівництвом підприємства, що починає діяльність у частині управління ІТЕ. До першочергових заходів щодо організації енергоменеджменту на підприємстві можна віднести:

- організацію структурного підрозділу на підприємстві, який відповідає за раціональне використання енергетичних ресурсів або співробітництво зі спеціалізованими організаціями на основах аутсорсингу;

- формування й підвищення надійності системи прогнозування попиту на енергоресурси;

- проведення енергетичних обстежень споживання електроенергії;

- організацію керування споживанням у години максимумів навантаження енергетичної системи;

- впровадження цільового підходу до витрачання коштів, що виділяються для впровадження програм енергозбереження;

- вивчення й застосування закордонного досвіду енергозбереження;

- лобіювання підтримки підвищення енергоефективності в законодавчих та виконавчих державних органах.

# 1 АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ

## 1.1 Загальні відомості про виробництво

За роки роботи компанія зарекомендувала себе надійним партнером і продовжує демонструвати стабільно високу якість виробів в умовах жорсткої ринкової конкуренції. У списку наших головних торгових партнерів тільки відомі бренди, що заслуговують на довіру; ми використовуємо виключно якісні комплектуючі.

Всі віконні та дверні конструкції ФОП «ViGrand» виготовляються на базі віконних систем: «КЛАСИК», «ТЕРМО», «Inoutic Arcade», «КОТЕДЖ» і «SALAMANDER blu Evolution».

Сьогодні ФОП «ViGrand» очолює список найбільш сучасних українських підприємств. Ми здатні реалізувати проект будь-якої складності. Нове програмне забезпечення дає компанії можливість постійно покращувати характеристики виготовленої продукції, тим самим формуючи національну культури вибору якісних металопластикових вікон. Напрямки діяльності - виготовлення металопластикових вікон.

Основні цілі корпоративної стратегії розвитку - відповідність продукції ФОП «ViGrand» сучасним вимогам в умовах мінливого ринку. Тому нас характеризують наступні показники:

- Безперервна робота по поліпшенню якості виготовлених товарів і наданих послуг, за рахунок впровадження інформаційних технологій.
- Зменшення витрат шляхом оптимізації бізнес процесів і автоматизації виробництва.
- Розширення географії діяльності компанії.
- Розширення асортименту товарів і послуг.
- Робота з навчання та підвищення кваліфікації персоналу, в тому числі працівників наших партнерів.

○ Постійний розвиток корпоративної культури до рівня міжнародних стандартів.

2001 Створення невеликого приватного підприємства з виробництва вікон та дверей ПВХ. З цього почалося зростання великого національного виробника.

2004 ПП переростає в товариство з обмеженою відповідальністю з зареєстрованою торговою маркою. Компанія демонструє стабільне зростання та прагне вийти на національний ринок.

2007 ФОП «ViGrand» відома у більш ніж 50 містах України. Цех з виготовлення металопластикових вікон продовжує впевнений шлях до лідерства.

2008 Компанія повністю автоматизує лінію виробництва. Випуск високоякісних виробів, без помилок «людського фактора», перетворюється в конкурентну перевагу. Ефективно та безпечно організоване виробництво вікон ПВХ стає запорукою успіху підприємства та стабільно високої якості продукції.

2009 підприємство перемагає у VIII Всеукраїнському конкурсі "Український виробник вікон" і стає лауреатом Всеукраїнського конкурсу якості продукції "100 кращих товарів України".

2013 Виходить у світ перший багатотиражний каталог продукції компанії. В асортименті з'являються клапани приточної вентиляції. Для всіх клієнтів стає доступна послуга з поліпшення вікон і дверей. Компанія входить в асоціацію учасників ринку вікон і фасадів, і активно просуває енергоефективні рішення та проекти.

2014 Компанії 10 років, у зв'язку з чим гарантія на вікна встановлюється строком на 10 років.

Сучасні технології на сьогоднішній день відкрили перед виробником можливість виготовлення енергоефективних вікон, які можуть дозволити в значній мірі скоротити втрати тепла.

Втрати тепла - не єдиний недолік, пов'язаний з вікнами. Зворотним явищем є те, що вони пропускають в квартиру спекотне повітря влітку. Це у свою чергу приводить до збільшення витрат на використання кондиціонера.

Якщо стратегічне рішення міняти вікна вже прийнято, залишилося вибрати - на яких саме зупинитися? Сьогодні ринок пропонує безліч варіантів сучасних віконних конструкцій на основі різних матеріалів, з яких найбільш поширені дерево, алюміній і ПВХ (металопластикові вікна). На перший погляд саме дерев'яні вікна здаються найкращим вибором. Адже дерево володіє високими теплоізоляційними властивостями, стійке до морозів (що не маловажно в наших кліматичних умовах) і до того ж досить естетично. Але у всіх цих позитивних аспектів є й зворотна сторона. Будучи досить гігроскопічним матеріалом, дерево сильно залежить від вологості, яка може призвести до зміни його властивостей не в кращий бік. Набухаючи і деформуючись під впливом вологи та температури, дерев'яні віконні профілі можуть змінювати свою форму і розміри і як результат - ось вони, щілини, через які ми знову втрачаємо дорогоцінне тепло.

Крім того, деревина має такий істотний недолік як горючість, знизити значущість якого можна за рахунок спеціальних антипіреновим просочень і вогнезахисних покриттів, проте екологічність обробленої таким чином деревини залишається під великим питанням. А якщо говорити про заощадження природних ресурсів, вирубка цінних порід деревини аж ніяк не покращує екологічну ситуацію і навіть більше того - здатна вплинути на зміну кліматичних умов в регіоні.

Предмети, виготовлені з алюмінію, відомі своєю довговічністю і міцністю, не дарма цей матеріал застосовують при виробництві літаків. Те ж саме можна сказати і про вікна з алюмінію. Такі вікна прослужать не одному поколінню, до того ж за ними нескладно доглядати, і вони стійкі до різного роду негативних впливів.

В Україні все більшої популярності набувають вікна з ПВХ. Такі конструкції дозволяють домагатися високих показників по термоопору, особливо в поєднанні з двокамерними склопакетами, в яких використане спеціальне теплозберігаюче скло. У результаті економія енергії на опаленні при використанні якісних і правильно встановлених вікон з ПВХ досягає 70%.

Максимального результату в збереженні тепла в приміщенні, можна добитися, використовуючи енергозберігаючі склопакети, що діють за принципом теплового щита (дзеркала).

Склопакет — це найважливіша частина металопластикового вікна. Він становить біля 70% всієї площі конструкції. Саме через скло у помешкання проходить вуличний шум і виходить безцінне тепло. Тому перед замовленням металопластикової конструкції варто замислитись над енергозберігаючими властивостями склопакету. Загалом склопакети мають високі тепло- та звукоізоляційні властивості. Однак, щоб підвищити такі показники використовуються так звані теплі склопакети — енергозберігаючі.

Принцип створення енергозберігаючого склопакета полягає в нанесенні твердого або м'якого покриття на поверхню звичайного віконного скла методом магнітного напилення. Виготовлений за такою технологією енергозберігаючий пакет з твердим (К-скло) або м'яким (і-скло) напиленням, працює як своєрідний тепловий клапан - пропускає тепло зовні в дім і відображає його як дзеркало, не даючи залишити приміщення і таким чином зберігає тепло і сімейний бюджет.

При цьому деякі виробники склопакетів (і низькоемісійного скла) можуть комбінувати різні шари при напиленні, щоб зменшити втрати тепла. Даний спосіб також вигідний тим, що він може дозволити зменшити кількість ультрафіолетового випромінювання, яке потрапляє в будинок. Це випромінювання є причиною вигорання гардин, килимів і тому подібне, але вікна із спеціальним покриттям дозволять цього уникнути.

Тому можна сказати, що використання енергозберігаючих склопакетів дає можливість:

- економити на опаленні взимку та кондиціонування повітря влітку;
- захистити від ультрафіолетового випромінювання що позитивно позначається на здоров'ї очей, а також допомагає уникнути вигорання предметів інтер'єру, стін, картин, шпалер;
- встановити однокамерний енергозберігаючий склопакет замість звичайного двокамерного, економлячи на вартості конструкції;

- зменшити вагу склопакета, таким чином знизити навантаження на фурнітуру і продовжити термін її служби.

Енергозберігаючий склопакет в три рази краще зберігає температуру ніж звичайний склопакет та в шість разів краще ніж одинарне скло! Крім того, склопакет з енергозберігаючим склом не пітніє в будь-яку погоду.

Енергозберігаючі вікна мають інноваційну конструкцію:

1. Спеціально розроблена термокамера з використанням нових утеплювальних і герметизуючих матеріалів, забезпечує неперевершені показники енергозбереження.

2. Терморамка - дистанційна рамка з ПВХ, як альтернатива традиційної алюмінієвої рамки. Знижує тепловтрати і виключає утворення містка холоду.

3. Ширина коробки 200-250мм, яка адаптується до товщини стін будинку. Завдяки цьому ніяких добірних елементів з внутрішньої або зовнішньої сторони не вимагається

4. Ексклюзивна прихована фурнітура, дозволяє виконати дворамна конструкцію без зменшення світлового прорізу, також дозволяє виконати відкривання назовні і додати вікну стильний зовнішній вигляд.

Як саме здійснюється енергозбереження? В склопакетах використовується низькоемісійне скло. Сонячні промені мають довгохвильовий спектр. Предмети, що знаходяться в приміщенні нагріваючись, випромінюють короткохвильовий спектр променів, які проникають через склопакет назовні. Принцип роботи першого енергозберігаючого скла полягає у відображенні тепла короткохвильового спектра променів назад в приміщення. Друге енергозберігаюче скло відбиває частину теплових променів, що залишилася, в термокамеру. Таким чином термокамера наповнена теплим, сухим повітрям, яке працює як теплоізолятор.

На рисунку 1.1 наведено приклад конструкції енергозберігаючого вікна.

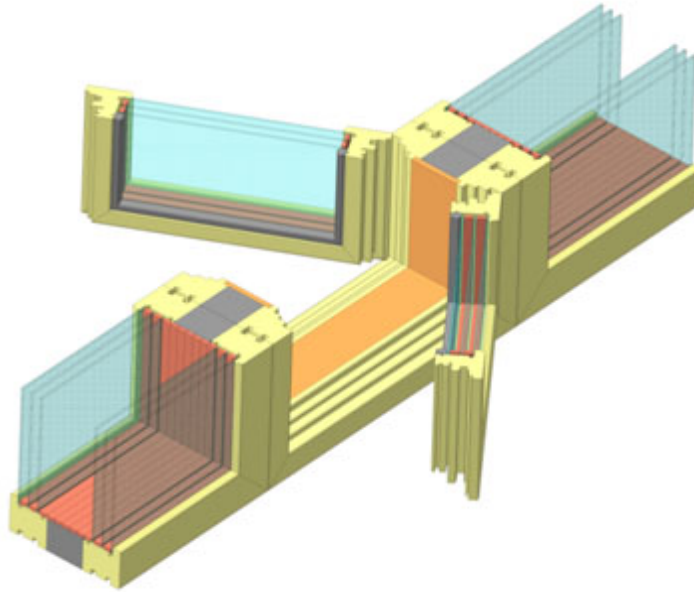


Рисунок 1.1 - Конструкція енергозберігаючого вікна

## 1.2 Аналіз існуючої системи енергопостачання об'єкта

### 1.2.1 Система електропостачання підприємства

Система електропостачання передбачає сукупність електроустановок пов'язаних єдиним процесом виробництва, передачі, перетворення і розподілу електричної енергії по споживачам.

Специфічні особливості цеху:

1. Відносно малий зв'язок конструкції обладнання з формами виготовляються заготовок. На одних і тих же технологічних агрегатах в таких цехах можна без значної переналагодження виготовляти різноманітні заготовки, схожі між собою лише необхідного класу точності виготовлення і припускам на подальшу обробку.

2. Стабільна повторюваність технологічних процесів і окремих операцій. Виконувані в заготівельних цехах технологічні операції відрізняються своєю невеликою номенклатурою і односпрямованої зв'язком один з одним. У цехах підприємства технологічні процеси протікають з ще більш короткою фазою,

завдяки чому в заготівельних цехах створюються сприятливі умови для забезпечення прямоточності процесів і впровадження потокових методів виробництва.

3. Підвищені вимоги до забезпечення якості, якість виготовлення заготовок безпосередньо впливає на витрати на складальних ланках виробництва і тому має бути максимально високим. У зв'язку з цим, в заготівельному виробництві особливе значення набуває суворе дотримання технологічної дисципліни і систематична реалізація різних організаційно-технічних заходів.

4. Високий рівень шкідливих екологічних дій. Виробництво відрізняється низьким рівнем температурних, шумових впливів на навколишнє середовище і незначними обсягами шкідливих викидів в атмосферу. У зв'язку з цим, такі виробництва зазвичай не виносяться в окремі будівлі, по відношенню до обробних і складальних цехів розміщуються з підвітряного боку, і відрізняються підвищеною увагою до забезпечення безпеки праці працівників.

Виробнича структура цеху включає в себе основні і допоміжні відділення, склади, службові та побутові приміщення.

Цех оснащений технологічним обладнанням — це різальні станки, автомати зварки, шліфувальні пристрої та інші.

Різальні верстати — машини для різноманітної обробки заготовок основному шляхом зняття стружки. Крім основної робочої операції, пов'язану зі зміною форми та розмірів заготовки, на верстати потрібно здійснювати допоміжні операції для зміни заготовок, їхнього затискування, виміру, операції зі зміни різального інструменту, контролю його стану та стану всього стану.

Зварювальні напівавтомати конструктивно складаються з зварювального випрямляча та подаючого мехнізму і відрізняються легкістю в експлуатації. Особливість зварювальних напівавтоматів полягає у виконанні зварювання металів спеціальним зварювальним дротом, що автоматично поступає по рукаву до точки зварювання. Зварювальні напівавтомати дозволяють зварювати дуже тонкий метал.



Машинами контактного зварювання дозволяє уникнути викривлення металу, пов'язаного з його нагріванням, і тому широко застосовується при зварюванні тонколистового металу. Точковим контактним зварюванням з'єднують деталі автомобільних корпусів, шовне зварювання використовується при виготовленні невеликих ємностей з тонкого металу, вентиляційних труб, стикове зварювання використовують для з'єднання встик стрижнів і труб.

Згідно з ПУЕ електроприймачі за безперебійністю електропостачання відносяться до II та III категорії за надійністю. Електроприймачі працюють у повторно – короткочасних (ПКР) та тривалому режимах.

Середовище цеху нормальне – сухе приміщення у якому відсутні ознаки, що властиві жарким, пильним і приміщенням з хімічно – активним середовищем.

Електроприймачем називається електроустановка, яка є елементом мережі електропостачання та підключена до джерела живлення в окремій точці мережі.

Мережі електропостачання включають в себе лінію електропередач, кабельну та повітряні лінії, трансформатори.

За надійністю електропостачання механічний завод належить до 2 категорії. Вона включає в себе електроприймачі порушення електропостачання яких призводить до масового псування або простою обладнання. Живлення рекомендується здійснювати від двох незалежних джерел, однак допускається живлення їх від одного трансформаторної підстанції при наявності резервного трансформатора на складі.

Розрахунок електричних навантажень - одне з найбільш складних та відповідальних завдань в проектуванні систем електропостачання об'єктів. Він дозволяє вибрати елементи системи електропостачання за припустимим тривалим нагріванням, перевірити величину припустимих відхилень та коливань напруги, тощо.

При розрахунку визначають наступні види електричного навантаження: середнє розрахункове та пікове [1]. Для визначення втрат потужності та електроенергії в елементах системи електропостачання доцільно визначити середньоквадратичне навантаження.

Для розрахунку навантажень використовують: схему електричної мережі, номінальні активні потужності приймачів електроенергії (ПЕ), середньозважені коефіцієнти потужності  $\cos\phi$ , коефіцієнти використання  $K_v$ , тривалість ввімкнення, кратність збільшення номінального навантаження в пусковому режимі.

Розрахунок електричного навантаження освітлювальної мережі. На промислових підприємствах близько 10% споживаної електроенергії витрачається на електричне освітлення. Освітлювальні мережі живляться від цехових ТП з вторинною напругою 0,22 та 0,38 кВ.

Вирішальне значення на експлуатаційні характеристики, економічність та надійність освітлювальних установок має правильний вибір джерела світла та світильників.

Лампи розжарювання - є тепловим джерелом світла. Переваги ламп розжарювання: широкий асортимент ламп за потужністю, напругою, умовами використання; безпосереднє ввімкнення в мережу без додаткових апаратів; незалежність від зовнішнього середовища, в тому числі від температури; компактність; відносна стабільність світлового потоку (інертність випромінювання). Недоліками - низька світловіддача; обмежений строк служби; переважання в спектрі жовто-червоного випромінювання; висока залежність світлового потоку і строку служби від напруги.

Для освітлення виробничих, адміністративно-побутових приміщень, приміщень адміністративних, навчальних, наукових організацій, зовнішнього освітлення та іншого, широко використовують газорозрядні джерела світла. Газорозрядні джерела світла мають наступні особливості: вони включаються в мережу через пускорегулюючий апарат і (за винятком ксенонових ламп) через баластний опір (активний, індуктивний чи ємнісний); викликають в мережі коливання високої частоти, що створюють радіоперешкоди; чутливі до зниження напруги. Зниження напруги до 90% від номінального може призвести до згасання ламп, при цьому повторне запалення (за виключенням трубчатих люмінесцентних ламп) має місце через 8-10 хвилин після відновлення напруги;

світловий потік дугових ламп змінного струму коливається з подвійною частотою, що веде до коливань освітленості та викликає стробоскопічний ефект.

В залежності від типу інертного газу яким заповнюються лампи, вони бувають: ртутні, натрієві, ксенонові. Серед газорозрядних найбільш поширені ртутні лампи, їх розрізняють:

- лампи низького тиску  $1 \div 1,5$  Па - це люмінесцентні;
- високого тиску  $0,3 \div 1,5$  МПа - це дугові ртутні лампи.

При проектуванні цехових мереж електропостачання необхідно забезпечити наступні вимоги:

- необхідно застосовувати раціональну схему електропостачання, в якій враховується конкретне розташування електроприймачів, їх зв'язок в технологічному процесі з тим, щоб забезпечити мінімальні втрати електроенергії в елементах цехової мережі;

- необхідно забезпечити надійність електропостачання приймачів відповідно до їх вимог надійності за ПУЕ;

- необхідно забезпечити можливість раціональної експлуатації цехових мереж, а також можливість заміни елементів цехових мереж у випадку зміни технологічного процесу;

- забезпечити по можливості мінімальну вартість цехових мереж по експлуатації та монтажу.

Цехові мережі включають в себе такі елементи:

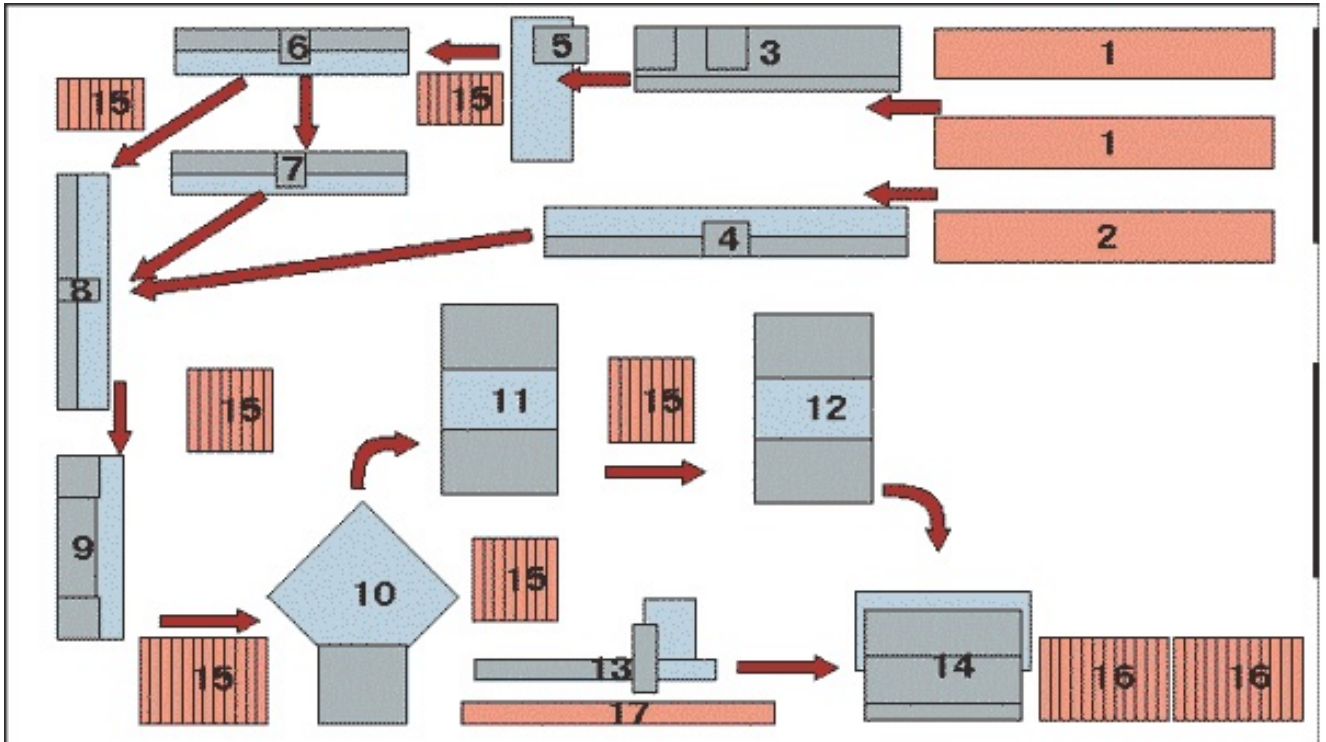
- КТП, що призначені для зниження напруги від рівня внутрішньозаводської розподільної мережі до рівня напруги цехової мережі (10/0,4; 6/0,4);

- живляча цехова мережа - це ділянка цехової мережі від шин розподільчого пристрою 0,4 кВ КТП до електроприймачів, що живляться від шин РП 0,4 кВ;

- розподільчі цехові мережі, що включають ділянку мереж від силових розподільних пунктів до електроприймачів.

Вибір КТП полягає у визначенні її місця розташування і кількості трансформаторів [2]. КТП можуть виконуватися 3 способами: вбудовані всередині приміщення; КТП прибудованого типу; окремо розташованих КТП.

На рисунку 1.2 представлено план цеху з розміщенням основного та додаткового обладнання.



1 - стелаж для ПВХ профілю; 2 - стелаж для армуючого профілю; 3 - двухголовочна пила; 4 - пила для різання армуючого профілю; 5 - фрезерний верстат для імпоста; 6 - копіювально-фрезерний верстат для дренажних канавок; 7 - копіювально-фрезерний верстат; 8 - автоматичний шуруповерт; 9 - двоголовий зварювальний апарат; 10 - автомат для зачистки кутів; 11 - стіл (установка імпоста і протяжка ущільнення); 12 - стіл (установка фурнітури); 13 - пила для різання штапика; 14 - стенд для збірки і скління; 15 - проміжні стелажі; 16 - стелажі для готових виробів; 17 - стелаж для штапика

Рисунок 1.2 - План цеху з розміщенням основного та додаткового обладнання

#### *Ділянка заготівлі*

На цій ділянці виробляються наступні операції:

- різка заготовок з алюмінієвого профілю. Проводиться згідно бланка замовлення. У разі виготовлення вікна рамний і стулковий профілі нарізаються під кутом 45 °. Імпост нарізається під кутом 90 °. з урахуванням запасу на виступи з кожної сторони. У разі виготовлення дверей верхні кути вертикальних частин і верхня горизонтальна частина рами і стулки нарізаються під кутом 45 °, а нижні кути вертикальних частин рами і стулки і профіль низу двері нарізаються під кутом 90 °. Штапики нарізаються під кутом 90 °;

- фрезерування торців імпоста і профілю низу дверей (у випадку виготовлення дверей) на фрезерно-торцевому верстаті;

- пробивання на спеціальному вирубному пресі всіх необхідних отворів (дренажні отвори, отвори в стулці для установки тяги, фурнітурної ручки, «сухарів»);

- фрезерування отворів під личинку і замок на вхідних дверях на копіювально-фрезерному верстаті;

- продування заготовок профілів стислим повітрям.

#### *Ділянка установки фурнітури, імпостів і складання виробу*

Збірка конструкцій з алюмінієвого профілю системи SIPAR50 може здійснюватися двома способами:

- обтиск кутів. В цьому випадку Вам знадобиться обтискний прес. У зв'язку з тим, що даний верстат досить дорого коштує, для початківців виробників зручний другий спосіб;

- з'єднання кутів за допомогою «сухарів» на скрутці.

Кріплення імпоста до рами проводиться за допомогою спеціального «сухаря».

Після збірки конструкції (у разі складання вікна) проводиться установка фурнітури.

У загальному вигляді це виглядає так:

- через раніше прорубані отвір заводяться тяги необхідних розмірів із задалегідь встановленими з'єднувачами під ручку і наконечниками;
- на стулку встановлюється фурнітурна ручка (на відміну від ручок для пластикових вікон, вона може бути або поворотна, або поворотно-відкидна);
- в залежності від типу відкривання вікна встановлюється комплект фурнітури (поворотний або поворотно-відкидний);
- в паз вставляються кріпильні елементи петель.

При складанні дверей операції проводяться в наступному порядку:

- на стулку встановлюється замок і личинка. У «легких» дверях замок встановлюється в поперечину;
- на раму встановлюється відповідна частина;
- за шаблоном в рамі і стулці висвердлюють необхідні для установки петель отвори;
- встановлюються петлі на раму і стулку;
- здійснюється з'єднання кутів рами і стулки.

### 1.2.2 Внутрішньоцехова електрична мережа

Електричні мережі всередині об'єкта виконуються по магістральних, радіальним і змішаним схемами.

Радіальні схеми розподілу електроенергії застосовуються в тих випадках, коли пункти прийому розташовані в різних напрямках від центру харчування. Вони можуть бути одно- або двоступінчастими. На невеликих об'єктах і для живлення великих зосереджених споживачів використовуються одноступінчаті схеми. Двоступеневі радіальні схеми виконуються для великих і середніх об'єктів з підрозділами, розташованими на великій території. При двохтрансформаторних підстанціях кожен трансформатор харчується окремою лінією за блочною схемою лінія - трансформатор. Пропускна здатність блоку в

післяаварійний режимі розраховується виходячи з категорійності питомих споживачів. При однострансформаторних підстанціях взаємне резервування живлення невеликих груп приймачів першої категорії здійснюється за допомогою кабельних або шинних перемичок на вторинному напрузі між сусідніми підстанціями. Радіальна схема характеризується тим, що від джерела живлення, відходять лінії, що живлять великі електроприймачі або групові розподільні пункти, від яких, у свою чергу, відходять лінії, що живлять інші дрібні електроприймачі.

Переваги радіальних схем:

- забезпечують надійність живлення;
- легко застосовуються елементи автоматики.

Недоліки: великі витрати на установку розподільних пунктів і провідку кабелів і проводів.

Магістральні схеми напругою від 6 до 10 кВ застосовують при лінійному розміщенні підстанцій на території об'єкта, коли лінії від центру харчування до пунктів прийому можуть бути прокладені без значних зворотних напрямків. Магістральні схеми виконуються поодинокими і подвійними, з одностороннім і двостороннім харчуванням.

Одиночні магістралі застосовуються тоді, коли відключення одного споживача викликає необхідність відключення всіх інших споживачів. Надійність схеми з поодинокими магістралями можна підвищити, якщо живляться або ТП розташувати так, щоб була можливість здійснити часткове резервування по зв'язках низької напруги між найближчими підстанціями.

Схеми з подвійними («наскрізними») магістралями застосовуються для живлення відповідальних і технологічно пов'язаних між собою споживачів одного об'єкта.

Одиночні і подвійні магістралі з двостороннім харчуванням («зустрічні магістралі») застосовуються при живленні від двох незалежних джерел, необхідних за умовами забезпечення надійності електропостачання для споживачів першої та другої категорії.

Змішані схеми живлення, що поєднують принципи радіальних і магістральних систем розподілу електроенергії, мають найбільше поширення на великих об'єктах. Ступінь резервування визначається категорійністю споживачів. Споживачі першої категорії повинні забезпечуватися живленням від двох незалежних джерел. В якості другого джерела живлення можуть бути використані секційні збірні шини електростанцій або підстанцій, а також і перемички в мережах на нижчому напрузі, якщо вони подають живлення від найближчого розподільного пункту.

Переваги магістральних схем:

- не вимагають установки розподільного щита на підстанції;
- розподіл енергії здійснюється за схемою блок-трансформатор-магістраль, що спрощує і здешевлює спорудження цехової підстанції;
- надійно для електропостачання споживачів першої, другої, третьої категорії.

Недоліки магістральних схем: пошкодження магістралі призводить до відключення всіх споживачів, що живляться від неї.

Для даного проекту вибираємо радіальну схему електроживлення, так як гідністю її є, забезпечення високої надійності харчування і в цій схемі легко можуть бути використані елементи автоматики. Також радіальна схема є простою і наочною, що підвищує її оперативну надійність, а також можливість легкого пристосування схеми до мінливих умов роботи, як в експлуатації, так і при розширенні станції, можливість ремонтів обладнання РУ без порушення нормальної роботи приєднань.

#### 1.4 Енергетичний баланс підприємства

Метою розроблення енергетичних балансів є підвищення ефективності використання у промисловості всіх видів палива та енергії. За допомогою



енергобалансів можна визначити та проаналізувати фактичний стан використання енергетичних ресурсів, встановити причини та наслідки нерационального енерговикористання, розробити організаційно-технічні заходи, спрямовані на зниження втрат паливно-енергетичних ресурсів, тощо.

Енергетичний баланс за споживанням електричної енергії та за її витратами окремими підрозділами складають за інформацією щодо фактичного споживання електричної енергії за останній рік виробництвами, що не змінювали і не планують у найближчі роки змінювати обсяги виробництва більш ніж на 20-30%.

Енергобаланс може бути складений за даними споживання електричної енергії різними технологічними навантаженнями, енергоємними споживачами та окремими підрозділами підприємства.

Витрати енергоносіїв на виробництво наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Витрати енергоносіїв на виробництво

| Енергоносій                  | Споживання,<br>нат.од. | Витрати за 2021 рік,<br>грн | %      |
|------------------------------|------------------------|-----------------------------|--------|
| Технічна вода                | 3900                   | 11700                       | 8,2726 |
| Питна вода                   | 712                    | 7832                        | 5,5377 |
| Газ природний                | 4227                   | 30434,4                     | 21,519 |
| Електроенергія на обладнання | 37914                  | 60662,4                     | 42,892 |
| Електроенергія на освітлення | 12625                  | 20200                       | 14,283 |
| Кисень                       | 124                    | 2,7                         | 0,0019 |
| Вентиляція                   | 6625                   | 10600                       | 7,4948 |

На рисунку 1.3 зображений баланс витрат на енергоносії.

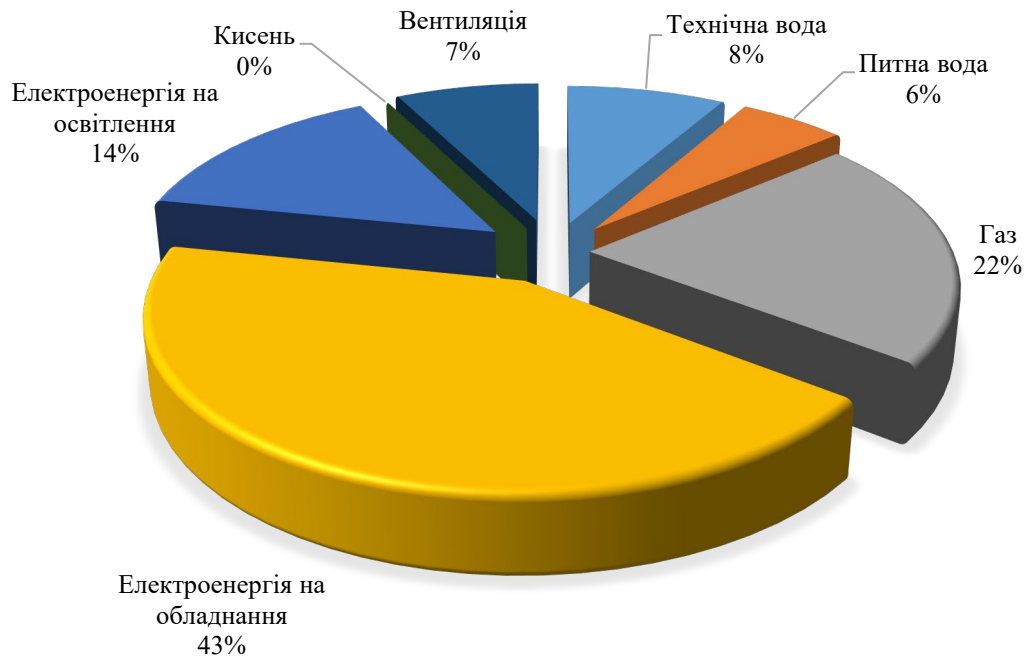


Рисунок 1.3 - Баланс витрат на енергоносії

Згідно з енергобалансом витрат на енергоносії бачимо, що найбільші затрати йдуть на сплату електроенергії на обладнання і на газ.

Основне обладнання цеху виготовлення металопластикових виробів ФОП «ViGrand» м. Одеса можна представити так:

1. «YILMAZ FR-226» - Копіювально-фрезерний верстат Yilmaz - За допомогою механізму копіювання фрезеруються отвори під замки і ручки в ПВХ і AL профілях. YILMAZ FR226 робить отвори в різних напрямках. Доповнено горизонтальним шпинделем на три фрези. Yilmaz Reduktor, Технічні характеристики :. Два трифазних двигуна 1,2 кВт-380В-50Гц ШВИДКІСТЬ 3000 об/хв Розміри 650 × 650 × 1360 мм Вага 95 кг;

2. Пила YILMAZ SC550PS для різання з фронтальною подачею диска - Yilmaz SC550PS Пила комплектується системою охолодження і призначена для різання алюмінієвого профілю. Пневматична настройка кутів нахилу. Виставлення кута різання на основні 15 °, 22,5 °, 30 °, 45 °, 90 ° і проміжні кути здійснюється за допомогою панелі управління. ріжучий голова відхиляється в обидва боки для позитивного і негативного кута різання. Регульована швидкість

подачі пилкового диска. Притиск заготовки здійснюється за допомогою двох горизонтальних і одного вертикального пневмоприжимом. Управління циклом різання профілю здійснюється за допомогою кнопочного пульта управління розташованого на станини верстата. Трифазний 3,0 кВт-Продаж автомобіля 380В-50Гц Швидкість обертання 3000 об. / хв. Діаметр пильного диска 550 мм Вага 250 кг;

3. «YILMAZ SDT 275» відрізна пила по металу - Пила для різання армування Ілмаз на тумбі, з охолодженням МОР. Діаметр диска 275 мм. Змінний кут різання Мотор: 1,5кВ, 380В. Вага: 135кг;

4. Універсальний штапикоріз YILMAZ СК-412 - Універсальна, напівавтоматична пила для різання штапика Yilmaz СК 412 здатна працювати з усіма видами штапика, без установки і зміни додаткових цулаг. Забезпечена приймають рольгангом на 2000мм, набором пильних дисків і пістолетом для здування стружки. Існує можливість змінювати швидкість подачі пилкових дисків. Після закінчення різання пильні диски автоматично повертаються на вихідну позицію. Верстат Ілмаз має два вертикальних пневмоприжимом. Регулювання цулаг. Технічні характеристики :. 2-трифазних двигуна 1,2 кВт-380В-50Гц ШВИДКІСТЬ 3000 об обертання / хв Розміри 490x1230x1250 мм Вага 165 кг;

5. «YILMAZ KD-305» - Маятникова пила YILMAZ із змінним кутом різання - Специфікація: Вертикальна різання Різка під фіксованими кутами Технічні характеристики: однофазний 0,8кВт- Продаж автомобіля-50Гц 220В трифазний 1,2 кВт-Продаж автомобіля 380В-50Гц Швидкість обертання 3000 об / хв Діаметр диска 300 мм Максимальний перетин заготовки: при 90 ° - 130x75 мм. при 45 ° - 100x75 мм Фіксовані кути: 15 ° -22,5 ° - 30 ° -45 ° -90 ° Розміри 550x330x320 мм Вага 30 кг;

6. «YILMAZ КМ-213» - Верстат YILMAZ для обробки торця імпоста Yilmaz - Yilmaz КМ 213 призначений для торцювання пвх і алюмінієвих профілів (імпоста). Даний верстат забезпечений пневматичними притисками профілю і автоматичною подачею фрези. Технічні характеристики: Трифазний двигун 1,2

кВт-380В-50Гц. Швидкість обертання 3000 об. / хв Діаметр фрези 161 мм.  
Діаметр вала 30 мм;

7. «YILMAZ CA-601» - Кутооброблюваний верстат - Кутооброблюваний верстат YILMAZ CA 601 для зачистки зварного кута ПВХ профілю під кутом 90 °. Одношпindelний з можливістю швидкої зміни фрез. Адаптований до різних типів ПВХ профілів. Є привід для центрування кута, який забезпечує точну зачистку кута. Автоматична зупинка після процедури зачистки. Технічні характеристики: трифазний 2 × Продаж автомобіля 1,1 кВт-380В-50Гц Швидкість обертання 3000 об / хв Розміри 780 × 900 × 1230 мм Вага 200 кг;

8. «ТК-501» - Одноголовочний зварювальний верстат Yilmaz - Верстат Yilmaz призначений для зварювання кутів ПВХ профілів. Yilmaz ТК501, відповідно до типу профілю дозволяє регулювати тиск та стиснення. Зварювання під кутом від 35 ° до 180 ° Регулювання тиску при притиску профілю і тиску при зварюванні профілю Максимальна висота сварюваного профілю 130 мм Нерегульована товщина зварного шва 2 мм Потужність 1,5 кВт Витрата повітря 35 л / цикл Напруга живлення 220 В / 50 Гц Тиск 6-8 повітря атм Габарити 780 × 850 × 1400 мм Вага 230 кг;

9. «ТК-505» - Одноголовочний зварювальний верстат Yilmaz - Верстат Yilmaz призначений для зварювання ПВХ профілів з товщиною зварного шва на лицьових поверхнях профілю від 0,2 мм. Це дозволяє отримати тонкий лицьовий шов на ламінованому профілі ПВХ, весняний вид якого значно привабливіше стандартної обробки. Технічні дані: напруга 220В; 50 Гц частота; 1,5 кВт потужність; витрата повітря 6-8 атм;

10. «YILMAZ ST-263» - Верстат для фрезерування водовідливних каналів Yilmaz - Верстат YILMAZ ST 263 призначений для фрезерування водовідливних каналів в профілях в двох або трьох напрямках під різними кутами. Автоматично центрується по осі профілю. Цикл обробки автоматичний, запуск однією кнопкою. Вибір двигуна здійснюється за допомогою перемикача. Технічні характеристики :. Однофазний двигун 3 × 0,6кВт- 220В- 50Гц 10000 об / хв. Розміри 500 × 510 × 1 380 мм;

11. Компресор поршневий F270 АВ678 з ремінним приводом -  
 Продуктивність л / хв: 650 Потужність двигуна кВт: 4,0 Кількість циліндрів: 2/2  
 Обсяг ресивера л: 270 Тиск бар: 10, Напруга 380В;

12. Компресор ВП2-10 / 9 - Продуктивність, 10 м<sup>3</sup>/хв. Потужність, 75 кВт

Витрати енергоносіїв на виробництво наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Витрати енергоносіїв на виробництво

| Тип обладнання   | Споживання, кВт·год | Витрати за 2015 рік, грн | %    |
|------------------|---------------------|--------------------------|------|
| «YILMAZ FR-226»  | 2636,875            | 4219                     | 4,6  |
| YILMAZ SC550PS   | 2992,5              | 4788                     | 5,2  |
| «YILMAZ SDT 275» | 2713,125            | 4341                     | 4,7  |
| YILMAZ СК-412    | 3063,75             | 4902                     | 5,4  |
| «YILMAZ KD-305»  | 2164,375            | 3463                     | 3,8  |
| «YILMAZ КМ-213»  | 3140                | 5024                     | 5,5  |
| «YILMAZ СА-601»  | 2865,625            | 4585                     | 5,0  |
| «ТК-501»         | 3841,25             | 6146                     | 6,7  |
| «ТК-505          | 4191,875            | 6707                     | 7,3  |
| «YILMAZ ST-263»  | 3292,5              | 5268                     | 5,8  |
| F270 АВ678       | 4268,125            | 6829                     | 7,5  |
| ВП2-10 / 9       | 2743,75             | 4390                     | 4,8  |
| Вентиляція       | 6625                | 10600                    | 11,6 |
| Освітлення       | 12625               | 20200                    | 22,1 |
| Всього           | 57163,75            | 91462                    | 100  |

На рисунку 1.4 наведено баланс витрат на електроенергію.

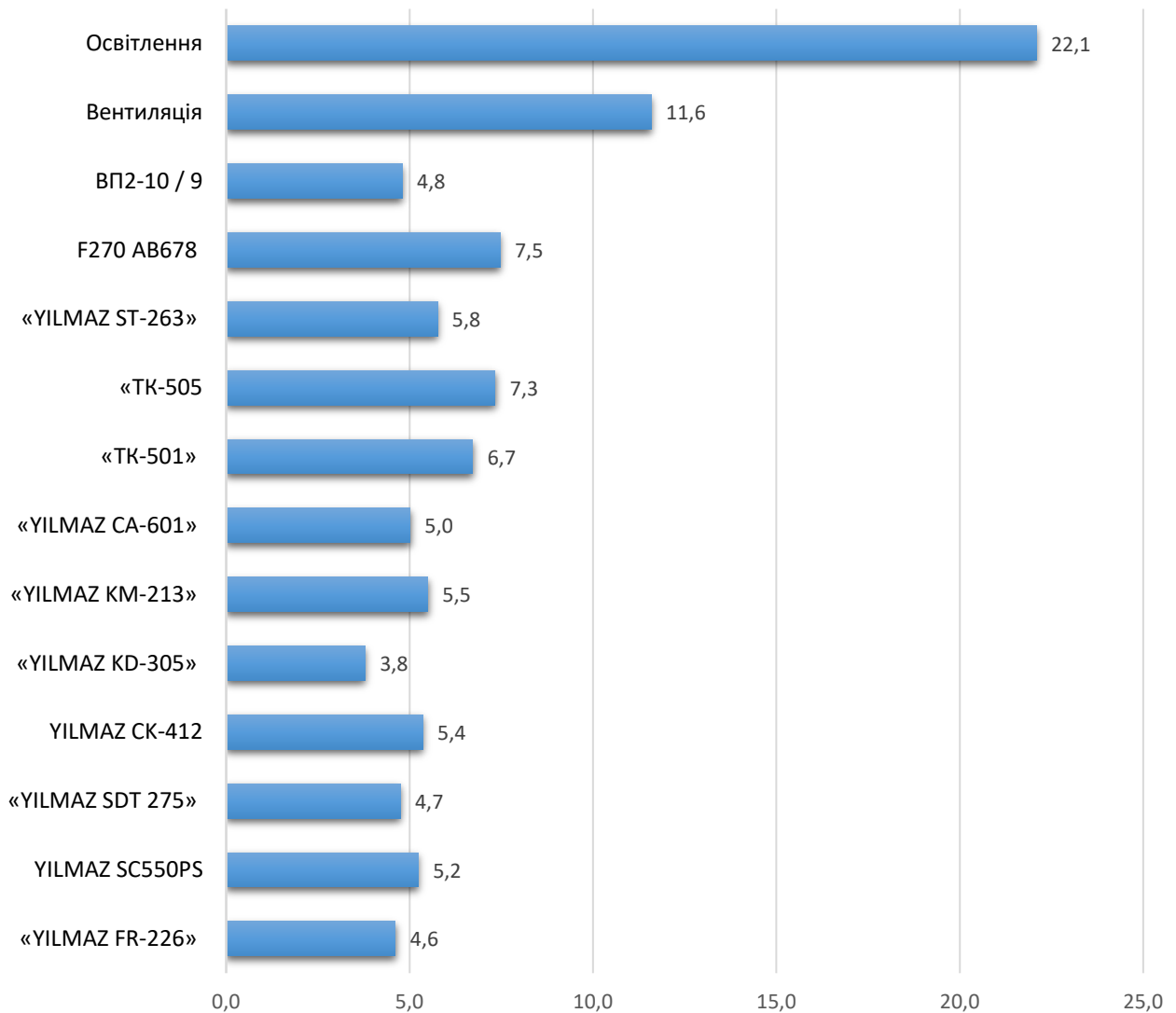


Рисунок 1.4 - Баланс витрат на електроенергію

### 1.5 Огляд можливих заходів підвищення ефективності електроспоживання в умовах підприємства

Постійний ріст цін на енергоносії стимулює водоканали і підприємства житлово-комунального комплексу впроваджувати енергозберігаючі технології, до яких відноситься і частотно-регульований електропривод.

Для отримання максимальної економії електроенергії необхідно знати силову перетворювальну техніку і регульований електропривод змінного

струму, необхідно враховувати електромагнітну сумісність і параметри мережі живлення, умови експлуатації, характерні і специфічні режими роботи приводного механізму і технологічного процесу в цілому, і вміти оптимально поєднати все це при налаштуванні системи керування компресорними агрегатами.

Серед методів, що забезпечують збільшення ефективності роботи і терміну служби компресорного обладнання, все більш поширеним стає використання частотних перетворювачів. Частотно-регульований електропривод компресорних агрегатів привернув увагу водоканалів і підприємств ЖКГ, в першу чергу, можливістю виключення «людського» фактору з процесу регулювання тиску в мережах водопостачання і в автоматичному режимі підтримувати його на заданому рівні незалежно від розходу. У порівнянні з усіма відомими механічними способами регулювання потоку рідини, що рухається по трубопроводу, контрольоване збільшення або зниження частоти обертання валу двигуна сприяє:

- економії до 60% електроенергії;
- зниження до 5% витоків рідини;
- більш надійному захисті електроприводу;
- збільшення майже вдвічі довговічності компресорного обладнання і трубопроводів.

Економію електроенергії на компресорних станціях отримують за рахунок:

- оптимального вибору режиму роботи компресора;
- експлуатації електродвигуна і перетворювача частоти з найбільшим ККД;
- використання оптимальних законів регулювання технологічними процесами.

Такі показники ефективності, що свідчать про економічну обґрунтованість використання частотних перетворювачів, пояснюються наступним чином:

1) У більшості агрегатів застосовуються досить потужні електродвигуни для більшої продуктивності компресора. Однак на ділі максимальна потужність двигуна необхідна лише в 10-20% від усього часу роботи компресора – в невеликий період пікового навантаження. Весь інший час двигун, що не оснащений перетворювачем частоти, працює з тією ж високою швидкістю обертання валу двигуна, споживаючи при цьому більше на 30-60% електроенергії, ніж потрібно. Застосування ж частотного перетворювача дозволяє уникнути такої перевитрати електроенергії. Регулювання потужності електродвигуна робить можливим управління режимами роботи гідросистеми та оптимізацію витрат води.

2) При частотному регулюванні вдається уникнути виникнення в трубопроводі надлишкового тиску. Коли ж для зміни тиску використовуються засувки, надлишковий тиск виникає досить часто, що неминуче призводить до прихованих витоків рідини. Збільшення напору рідини при пусках компресора сприяє швидкому зносу трубопровідних мереж. Завдяки частотному перетворювачу забезпечуються плавні пуски і зупинки електроприводу, що виключає виникнення гідроударів і подовжує термін служби трубопроводу. Відсутність прихованих витоків та зменшення ймовірності розливу рідини в результаті пошкодження трубопроводу дозволяє зробити висновок про те, що постачання компресорів частотними перетворювачами робить експлуатацію обладнання більш безпечною з погляду екології.

3) Плавні пуски компресора не тільки усувають гідроудари, але і знижують пускові струми двигуна, оберігаючи тим самим електропривод від перевантажень. Крім того, при плавних пусках електродвигуна вдається уникнути впливу ударних механічних навантажень на вузли кріплення приводу, з'єднувальні муфти, підшипники, вали.

Ідеальний компресор витратить в чотири рази менше енергії на перекачування одного і того ж об'єму рідини, працюючи на половинній швидкості ніж на повній, але час роботи, при цьому, збільшується в двічі.



Враховуючи цю обставину можна припустити, що реальний компресор, який працює в повторно-короткочасному режимі, або в режимі дроселювання також може дати економію електроенергії, якщо його продуктивність регулювати за допомогою зміни швидкості. Це припущення підтверджується на практиці і досвід експлуатації реальних компресорів, при частотному регулюванні швидкості (продуктивності), свідчить про те, що реальна економія електроенергії становить 25 – 40% в залежності від режиму роботи компресорної станції.

Коли мова йде про економію 60%, а інколи і 80%, то мають на увазі, що з впровадженням частотного приводу одночасно міняють і компресорне обладнання на сучасне, більш ефективне.

Якщо компресор працює постійно і його продуктивність не регулюється, то економія електроенергії можлива тільки за рахунок оптимального вибору компресорного обладнання і зменшення гідродинамічних втрат в трубопроводах.

При правильному виборі компресора середня частота обертання електромагнітного поля напруги, що живить регульованого компресора (частота обертання)  $f_{\text{середн}}$  становить 40 ... 42 Гц. За рахунок роботи за графіками установок середня частота обертання регульованого компресора в сталому режимі може знизитися до 38 Гц. Зниження частоти нижче вказаного рівня викликає помітне зниження ККД системи  $\eta$ , тим самим – збільшення втрат, що призводять до зниження продуктивності установки підвищення тиску (рисунок 1.1).

При частоті обертання 38 Гц (0,76 максимальної продуктивності) очікувана економія для закону регулювання  $U/f = \text{const}$  може бути оцінена за такою формулою:

$$\Delta \tilde{W} = \frac{f_{\text{макс}} - f_{\text{середн}}}{f_{\Sigma \text{макс}}}, \quad (1.1)$$

де  $f_{\text{макс}}$ ,  $f_{\text{середн}}$  – відповідно максимальне і середнє значення частоти обертання електромагнітного поля компресора;

$f_{\Sigma\max}$  – сума максимальних частот обертання компресорів (для 1 компресора - 50 Гц, для 2-х - 100 і т.д.).

Зниження частоти обертання до значення 38 Гц викличе зниження  $\eta$  системи підвищення тиску на 0,05 ... 0,08 одиниць (рисунок 1.5). З урахуванням зниження  $\eta$  очікувана економія електроенергії при роботі тільки одного компресора складе не більше 23% його енергоспоживання.

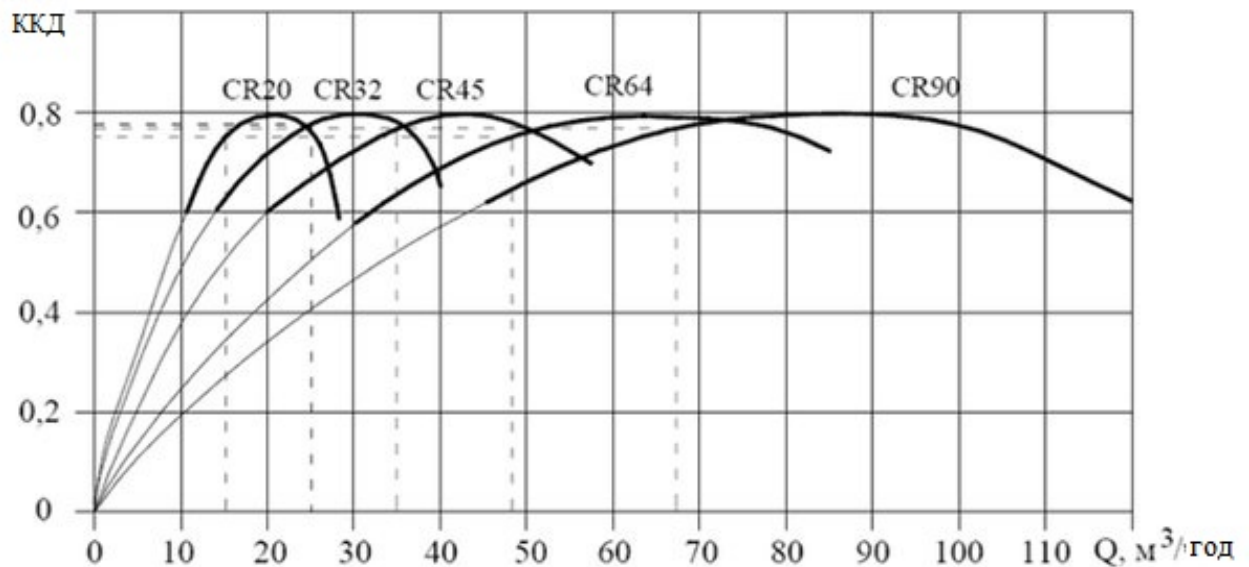


Рисунок 1.5 – Графік зниження ККД компресорів при зменшенні величини витрати

Для автоматичного підтримання тиску, розходу, рівня використовують ПД-регулятори, які змінюють вихідну частоту і напругу перетворювача частоти таким чином, щоб параметр, який регулюється підтримувався з заданою точністю, а на режим роботи компресора «не звертають» увагу.

Побудований графік залежності (рисунок 1.6) питомих витрат електроенергії на створення одного кубічного метра повітря (кВт·год/м³) від швидкості компресора свідчить про те, що найбільшу економію електроенергії отримаємо при роботі компресора в діапазоні частот 35 – 45 Гц.

Для кожного конкретного випадку необхідно експериментальним шляхом визначити оптимальний частотний діапазон, в якому питомі витрати електроенергії на перекачування води будуть найменшими, і по мірі можливості, працювати в цьому діапазоні.

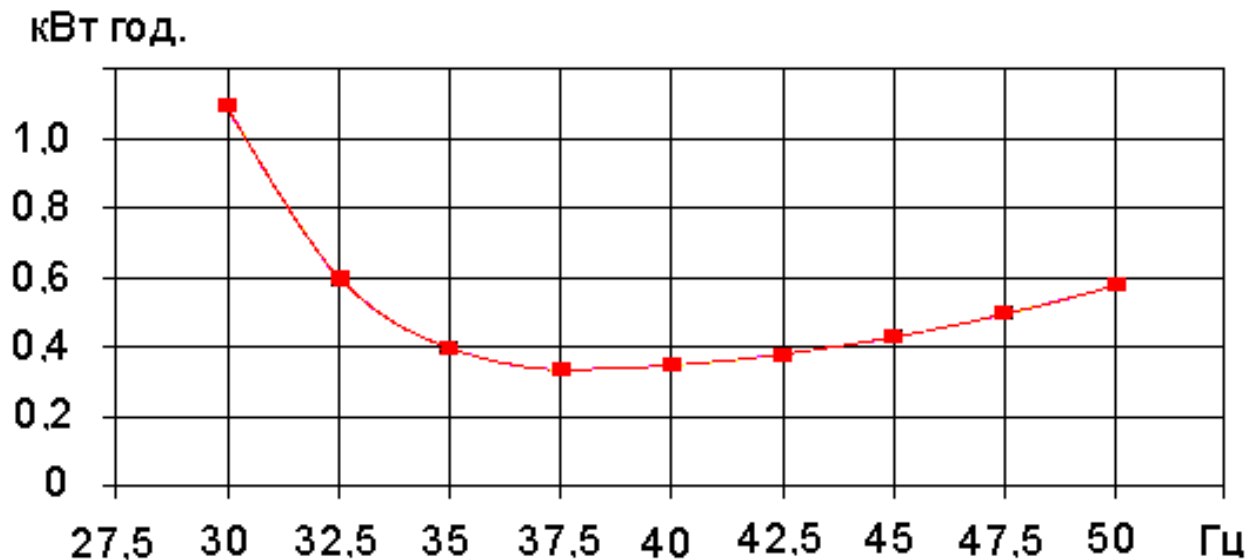


Рисунок 1.6 – Графік залежності питомих витрат електроенергії на створення 1 м<sup>3</sup> стиснутого повітря

Каскадне включення компресорів використовується для оптимізації режимів роботи компресорних агрегатів при змінному графіку споживання з метою отримання максимальної економії електроенергії.

Багато, щоб всі компресори працювали в оптимальному частотному діапазоні, а для цього вони повинні бути оснащені перетворювачами частоти. Якщо такої можливості нема, то використовуйте режим обходу перетворювача частоти, при якому один перетворювач частоти по черзі працює з одним із компресорів, а при необхідності проводить частотний пуск інших компресорів.

Проблема частих поломок валів – одна з найактуальніших, пов'язані з ними проблеми в роботі компресорів складають до 40% випадків виходу з ладу компресорного обладнання.

Поломка валу може бути викликана кількома причинами: дефектом матеріалу виготовлення, механізмами в'язкого руйнування (таке відбувається, коли вал компресора заклинює під час роботи) або втомного руйнування (пов'язаного з тривалим терміном служби компресора). Поломка вала компресора також може статися внаслідок неправильного вибору обладнання або через недотримання правил його монтажу та експлуатації.

Ударні навантаження на вал, що призводять до його поломки, можуть бути двох видів: по-перше, це імпульсні перевантаження, які виникають при пуску і зупинці двигуна, по-друге, навантаження при стаціонарному режимі роботи, коли на вал діє корозійна втома при крученні. В обох цих випадках виключити виникнення навантажень на вал допомагає використання частотних перетворювачів.

У першому випадку це відбувається за рахунок запуску електроприводу з пусковим струмом, обмеженим деяким допустимим значенням. Через це сила впливу на вал компресора також буде не вище номінального значення, тоді як при прямому пуску ця сила перевершує допустиме значення в 2-3 рази. Час пуску або гальмування двигуна з перетворювачем частоти можна регулювати з тим, щоб зберегти момент сили, що діє на вал, в межах номіналу.

Установка перетворювача частоти доцільна не тільки внаслідок істотної економії енерговитрат, а й за рахунок можливості запобігання швидкого зносу деталей і вузлів компресора, попередження аварій та простою обладнання. Причому ефективність від застосування перетворювача частоти зростає в разі його установки на нові компресори при їх введенні в експлуатацію, що виключає ризик поломки вала на етапі пуско-налагоджувальних робіт.

При аналізі ефективності частотно-регульованого електроприводу компресорних агрегатів було звернуто увагу на те, що лічильники старого зразку (дисккові) не показують споживання реактивної потужності, що цілком закономірно, тому що коефіцієнт реактивної потужності ( $\cos \varphi$ ) перетворювача частоти більше 0,98.

Лічильники старого зразку (дисккові) вимірюють тільки першу гармоніку, а електронні вимірюють всі гармоніки до 50-тої включно. Наявність вищих гармонічних складових напруги і струму приводить до споживання реактивної потужності.

Вхідний струм перетворювачів частоти суттєво відрізняється від синусоїдального внаслідок чого в мережі живлення генеруються непарні і не кратні 3 гармоніки – 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 25 і т.д.

На точність вимірювання електричної енергії впливають більш ніж 30 складових, 20 з яких виникають за рахунок вищих гармонічних складових напруги і струму в мережах електропостачання.

Встановлено, що при використанні в сучасних лічильниках трансформаторів струму і напруги класу 0,2 в нормальних умовах похибка вимірювання становить  $\pm 0,5\%$ , а за рахунок вищих гармонік сумарна похибка збільшується до  $\pm 3,5\%$ . При використанні трансформаторів струму і напруги класу 1,0 похибка вимірювання становитиме вже  $\pm 2,2\%$ , а за рахунок вищих гармонік сумарна максимальна похибка лічильників активної і реактивної енергії збільшується до  $\pm 13,3\%$ . Вищі гармонічні складові не тільки збільшують похибку вимірювання лічильників, а і розігрівають силові трансформатори мережі живлення і конденсатори компенсаторів реактивної потужності.

Якщо не вжити заходів до покращення форми вхідного струму, то максимальна потужність перетворювача частоти не повинна бути більшою 10% від потужності трансформатора живлення.

Для покращення форми вхідного струму використовують силові дроселі на вході перетворювача частоти, або в ланці постійного струму, які суттєво зменшують рівень гармонічних складових. Якщо потужність перетворювача частоти становить більше 40% потужності трансформатора живлення, то на вході перетворювача частоти необхідно встановити вхідний фільтр гармонік.

Пасивні фільтри гармонік дають можливість отримати практично синусоїдальний вхідний струм перетворювача частоти з коефіцієнтом нелінійних спотворень 10% і 5% відповідно. Перетворювач частоти підключають послідовно з фільтром гармонік. Згідно з інструкцією заводу-виробника, дросельна заслінка компресора в робочому режимі не може бути відкрита менш ніж на 22 градуси. На деяких підприємствах кут відкриття дросельної заслінки обмежують 30 і більше градусами. Таке обмеження діапазону регулювання в робочому режимі пов'язано з тим, що точно невідомо, де знаходиться в даний момент зона помпажа для даного компресора, а помпажний захист, як правило, працює незадовільно. Щоб унеможливити машину від попадання в помпаж,

особливо при швидко мінливих коливаннях споживання стисненого повітря, завод-виробник і експлуатує персонал встановлюють обмеження, при якому виникнення помпажа на компресорі неможливо ні за яких умов. Якщо споживання стисненого повітря знижується за кордон регулювання продуктивності, надлишок повітря стравлюється в атмосферу через помпажний клапан. Скидання зайвого повітря в атмосферу - це непродуктивні витрати електроенергії.

Розширивши діапазон регулювання продуктивності компресора, можна виключити скидання повітря в атмосферу при малих витратах і зменшити енергетичні втрати. Область регулювання компресора на малих витратах обмежується межею зони помпажа. Не можна прикривати дросельну заслінку більш, задаючи витрата повітря через компресор менш (при заданому тиску нагнітання), ніж критичне значення, при якому виникає помпаж. Проте становище кордону зони помпажа може істотно змінюватися в залежності від стану атмосферного повітря (тиску, температури, вологості) і технічного стану компресора (ступінь стиснення). Знаючи поточне положення зони помпажа і робочої точки компресора, можна регулювати продуктивність компресора таким чином, щоб при русі робочої точки в зону малих витрат максимально наблизити робочу точку до кордону зони помпажа, не відкриваючи помпажний клапан. Запас по продуктивності відносно межі зони помпажа визначає нову нижню межу регулювання та вибирається залежно від швидкості руху робочої точки у бік зменшення витрати. Критичний кут відкриття дросельної заслінки при такому регулюванні може бути значно менше ніж 22 градуси.

## 1.6 Заходи з енергозбереження, що передбачаються

До загального переліку заходів з енергозбереження, що передбачаються, слід віднести:

- організація технічного обліку споживання електроенергії. Для цього використовуються багатотарифні багатофункціональні лічильники активної та реактивної енергії, встановлені в чарунках на стороні 0,38 кВ;

- застосування радіально-магістральних схем електроживлення, що дозволяють відключати окремі непрацюючі електроприймачі, а також перерозподіл споживаної потужності по трансформаторах в періоди зменшення навантаження;

- застосування енергозберігаючих освітлювальних приладів та перехід від загального на локальне освітлення;

- організація локальної вентиляції задля економії електричної енергії, спожитої двигунами вентиляторів;

- відмова від пневматичного обладнання та реконструкція системи забезпечення стисненим повітрям з переходом на більш енергоефективні компресори.

Для даного підприємства прийнятні останні три заходи.

## 1.7 Рекомендації щодо реконструкції обладнання компресорної станції

Компресори застосовуються у всіх галузях промисловості, де для експлуатаційних або технологічних цілей потрібно стиснене повітря. Якісні компресорні станції та компресори забезпечують підприємство стисненим повітрям і гарантують високу продуктивність протягом технологічних процесів.

Компресорна станція - стаціонарна установка, призначена для одержання стисненого повітря. Одержуване стиснене повітря може використовуватися як енергоносії (для пневматичного інструменту), сировина (отримання окремих газів з повітря), кріоагент (азот). Станція складається з компресора і допоміжного обладнання.

Стисле повітря використовуються на підприємствах в різних цілях:

- подачі повітря на пневмопривода дистанційно керованої трубопровідної арматури;

- для пуску дизельних електростанцій;

- ініціалізації різних пристроїв автоматики;

- пневмовипробувань обладнання;

- підключення у виробничих приміщеннях різних пневмоінструментів (гайковертів, шліфмашинок тощо) та ін.

Основним обладнанням є компресори, які живляться напругою 0,4кВ. До складу компресора ВП2-10/9 входять: компресор, газоохолоджувачі, системи охолодження, автоматичного керування і захисту.

Компресор стаціонарний, поршневий, двоступінчастий, кутовий, з водяним охолодженням, з мастилом циліндрів і сальників. Багато складальні одиниці і деталі уніфіковані.

Компресор ВП2-10/9 включає наступні основні вузли: базу, циліндри та електродвигун.

Технічні характеристики компресора ВП2-10 / 9, відображені в таблиці 1.3.

Оскільки даний вид обладнання є морально застарілим (25 років термін експлуатації), треба або робити капітальний ремонт, або заміну обладнання. Другий варіант є більш привабливим, оскільки сьогодні є можливість замінити компресори, що використовуються на підприємстві, на більш продуктивні.

Таблиця 1.3 - Технічні характеристики компресора ВП2-10 / 9

| Модель                             | ВП-10/9         |
|------------------------------------|-----------------|
| Продуктивність, м <sup>3</sup> /хв | 10              |
| Тиск, бар                          | 7,0             |
| Потужність, кВт                    | 75              |
| Рівень шуму, ДБА                   | 90              |
| Габаритні розміри, м               | 1,67 x1,26x1,79 |



Як правило, компресори на компресорних станціях працюють в режимі підтримки постійного тиску при змінній витраті повітря (як приклад взято тиск  $6 \text{ кгс/см}^2$ ). Рух робочої точки компресора при колишньому способі регулювання обмежено відрізком ВС. Ділянка АВ - це додаткова область руху робочої точки, яка розширює діапазон регулювання за рахунок точного визначення положення межі зони помпажа і підтримки мінімального запасу продуктивності. Як видно з прикладу, дросельна заслінка в цьому випадку може бути прикрита до кута, близького до 15 градусам. На рис. 2 представлена залежність споживаної потужності залежно від витрати повітря через компресор. Якщо при колишньому способі регулювання мінімальна споживана потужність становила приблизно 950 квт, то при новому способі регулювання вона становить приблизно 800 квт. У середньому це дає додаткову економію електроенергії в розмірі 10% від номінальної споживаної потужності. Якщо на підприємстві встановлено обмеження на відкриття дросельної заслінки не менше ніж 30 градусів (ділянка DC), робоча зона при новому способі управління розширюється більш ніж у два рази, і приблизно в стільки ж разів збільшується економія. Для того щоб забезпечити розширення робочої зони компресора, необхідно:

- вимірювати параметри атмосферного повітря, такі як тиск, температура, вологість;
- вимірювати витрата повітря на всасе і тиск повітря в тракті нагнітання компресора і визначати, таким чином, положення робочої точки компресора;
- періодично обчислювати положення межі зони помпажа і швидкість і напрямок руху робочої точки компресора;
- регулювати продуктивність компресора для підтримки заданого тиску (або витрати) у межах розширеної робочої зони шляхом зміни положення дросельної заслінки; у разі виходу робочої точки за нижню межу робочої зони регулювання виробляти за рахунок зміни положення помпажного клапана;
- мати надійну помпажну захист, що спрацьовує при появі характерних коливань навантаження на двигун головного приводу; помпажна захист працює незалежно від основного режиму регулювання;

-мати швидкодіючі електроприводи дросельної заслінки і помпажного клапана.

Автоматика системи «Повітря» забезпечує всі перераховані вище функції. Додаткові датчики і електроприводи встановлюються при впровадженні системи.

Існує два методи групового регулювання продуктивності компресорів, що працюють на один колектор. Перший метод полягає в ступінчастому регулюванні продуктивності, коли один компресор знаходиться в стані регулювання, а інші або повністю навантажені, або повністю розвантажені і відключені від магістралі. При другому методі всі компресори перебувають у стані регулювання.

Другий метод кращий з точки зору можливостей економії енергії. Дослідженнями доведено, що в цьому випадку сумарний ККД групи компресорів вище, а значить витрати електроенергії при тій же кількості виробленого стиснутого повітря - нижче. Групове регулювання продуктивності дозволяє досягти економії від 3 до 6% на один компресор.

Для того щоб було можливо групове управління продуктивності, необхідно вимірювати витрату повітря в колекторі, на який працює група компресорів і реалізувати дію алгоритму групового управління. Алгоритм, виходячи з виміряного поточного споживання стисненого повітря, розраховує уставки продуктивності для кожного компресора в групі, прагнучи домогтися максимального групового ККД. Алгоритм реалізується автоматикою системи «Повітря», а датчик витрати повітря в колекторі встановлюється при її впровадженні або використовується існуючий.

## 2 РОЗРАХУНКИ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ФОП «VIGRAND»

### 2.1 Розрахунки заходів щодо зниження витрати електричної енергії

#### 2.2.1 Розрахунок зниження витрати електричної енергії шляхом модернізації системи забезпечення стиснутим повітрям

На ФОП «VIGRAND» в умовах поточного економічного стану та підвищення тарифів на електроенергію скорочення непродуктивних енергетичних витрат відіграє істотну роль. Оскільки частка компресорних і нагнітальних станцій в балансі енергоспоживання становить 25-30 %, а зниження ККД експлуатованих відцентрових машин за рахунок зносу збільшує собівартість стисненого повітря, зниження витрат при його виробництві дає відчутний економічний ефект.

Аналіз структури повітрязабезпечення показує, що найбільші витрати стисненого повітря спостерігаються на забезпечення роботи пневмоінструменту.

Вибір типу, марки, кількості та продуктивності компресорів, що встановлюються в компресорній станції, проводиться на основі :

середньої розрахункової і максимальної тривалої навантажень на компресорну станцію ;

необхідного тиску стисненого повітря у споживачів ;

прийнятого способу подачі стисненого повітря пневмоприймачів ;

відомостей про типи і марках компресорів , що випускаються компресорними заводами.

Вибираючи компресор по тиску , необхідно стежити за тим , щоб кінцевий тиск повітря, що виходить з компресора , перевищувало необхідний тиск повітря у місць споживання не більше ніж на 3-4 атм. Так як редукування повітря з високого тиску на низький є не економічно і не доцільно.

При виборі компресора слід керуватися такими міркуваннями:

-загальна кількість компресорів , що встановлюються в машинному залі компресорної станції , повинно бути не більше 10 .

-продуктивність кожного окремо компресора не повинна перевищувати продуктивності резервного компресора.

-тиск повітря на вході в компресор , а так само створюване їм тиск на виході , повинні відповідати паспортним даним

-прийнятий до установки компресор повинен бути не дорогим і надійним в експлуатації.

Для вироблення стисненого повітря повинен використовуватися тільки повітряний компресор.

Вибираючи тип компресора , слід враховувати , що при великих споживання стисненого повітря ( понад 400 м<sup>3</sup>/хв ) раціональніше застосовувати компресори відцентрового типу. Для високих кінцевих тисків стиснутого повітря слід застосовувати тільки поршневі компресори.

Постачання стисненим повітрям проектується від окремо розташованого компресорної станції. Станція повинна розташовуватися далеко від джерел забруднення повітря механічними домішками, газами і вологою ( піскострумінні камери, ацетиленові станції, бризкальні басейни тощо). Компресорну станцію бажано розташовувати з повітрозбірником, зверненим на північ або північний схід.

Типовий проект компресорної станції необхідно вибирати, враховуючи потреби підприємства в стислому повітрі. Для даного підприємства підходить компресорна станція МАХІМА 75.

Оскільки, як було сказано вище, обладнання компресорної є морально застарілим, прийнято рішення його заміни на більш енергоефективне. Серед останніх - роторно-пластинчастий компресор, який має ряд переваг у порівнянні з іншими типами об'ємних компресорів. Але для початку зупинимося на основних елементах компресора і його принципу дії.

Роторно-пластинчастий компресор складається з нерухомого статора, ротора, який встановлений у статорі, і пластин, що знаходяться в пазах ротора.

При обертанні ротора пластини під дією відцентрових сил вилітають з пазів і притискаються до внутрішньої поверхні статора. При цьому в компресорі виникає кілька робочих порожнин обсяг яких поступово зменшується. Саме в цих осередках і відбувається стиснення газу.

При стисненні газу в робочу порожнину впорскується олія для змащування тертьових частин і для охолодження. Втрати потужності в роторно-пластинчастому компресорі досить великі, тому що відразу кілька пластин труться об внутрішню поверхню статора. Але у роторно-пластинчастого компресора є одна неповторна особливість - при тривалому використанні компресора його характеристики значно поліпшуються. Це пояснюється тим, що пластини приймають оптимальну форму (за рахунок сточування при терті), яка дозволяє зменшити сили тертя між пластинами і статором.

V-серія пластинчасто-роторних компресорів була розроблена для широкого спектру застосувань і знаменує собою новий крок на шляху до високих технологій.

Принцип розташування пластин. Ключем до успіху компресорів V-серії є унікальний принцип розташування пластин ротора. Компресор працює на дуже низькій швидкості, що забезпечує абсолютну надійність і довгий термін служби компонентів.

Ротор, єдина постійно рухома частина конструкції, має деяку кількість пазів, в яких пластини ковзають по масляній плівці. Ротор обертається в статорі. Відцентрова сила, що утворюється при обертанні, виштовхує лопатки з пазів; таким чином, формуються окремі камери стиснення.

Простота. Завдяки ротору особливої конструкції, який рухається зі стандартними швидкостями, можливо пряме підключення приводу.

Надійність. Надійне стиснене повітря необхідне у багатьох областях. У пластинчастих компресорів понад півмільйона користувачів по всьому світу.

Області застосування. Вбудований регулятор тиску дозволяє компресору враховувати потреби системи у повітрі. Компресори V-серії, що експортуються

в багато країн світу, розраховані на тривалу роботу при температурі навколишнього до 45 С.

З головних переваг можна виділити наступні:

- роторні пластинчасті компресори дещо простіше створити, ніж гвинтові;
- робочий ресурс може досягати до 100000 годин;
- внаслідок двигуна знижених обертів ці компресори є безшумними;
- найбільш ремонтно придатні типи компресорів з усіх аналогів;
- мінімум вібрацій і не вимогливі до особливого фундаменту;
- ціна в значній мірі нижче, ніж у інших.

З мінусів можна відзначити лише втрати потужності, внаслідок пластинчастого тертя об статор (до 30%).

Технічні характеристики компресора MAXIMA 30, приведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики компресора MAXIMA 30

| Модель                             | MAXIMA 30    |
|------------------------------------|--------------|
| Продуктивність, м <sup>3</sup> /хв | 16           |
| Тиск, бар                          | 7            |
| Потужність, кВт                    | 30           |
| Рівень шуму без кожуха, ДБ         | 70           |
| Габарити, м                        | 2,15x1,2x1,2 |
| Маса, кг                           | 280          |

Сумарні втрати активної потужності двигуна визначаються за формулою:[5]

$$\Delta P_{\text{сум}} = [Q_{xx} \cdot (1 - K_H^2) + K_H^2 \cdot Q_H] \cdot K_{i.n} + \Delta P_{xx} + K_H^2 \cdot \Delta P_{\text{в.н.}}, \quad (2.1)$$

де  $Q_{xx} = \sqrt{3} \cdot U_H \cdot I_{\text{н.к}}$  реактивна потужність, яка використовується двигуном з мережі при номінальному навантаженні, квар;

$U_H$  - номінальна напруга, В;

$I_{n.x.}$  - струм електродвигуна, А;

$K_H = \frac{P_{cp}}{P_H}$  - коефіцієнт завантаження електродвигуна;

$P_{cp}, P_H$  - середнє навантаження і номінальна потужність електродвигуна, кВт;

$Q_H = \frac{P_H}{\eta_H} \cdot tg \varphi_H$  - реактивна потужність електродвигуна при номінальному навантаженні, квар;

$\eta_H$  - ККД електродвигуна при номінальному навантаженні;

$tg \varphi_H$  - виробнича від номінального коефіцієнта потужності електродвигуна;

$K_{i.n.}$  коефіцієнт втрат,  $K_{i.n.} = 0,1$ кВт/квар;

$\Delta P_{xx} = P_H \cdot (1 - \eta_H) \cdot \gamma / [\eta_H \cdot (1 + \gamma)]$  - втрати активної потужності при неробочому ході електродвигуна, кВт;

$\Delta P_{в.н.} = P_H \cdot (1 - \eta_H) / [\eta_H \cdot (1 + \gamma)]$  - приріст втрат активної потужності в електродвигуні при 100% навантаженні, кВт

$\gamma = \Delta P_{xx} / [(100 - \eta_H) - \Delta P_{xx}]$  - розрахунковий коефіцієнт, який залежить від конструкції електродвигуна.

Характеристики двигуна, встановленого в цеху:

$P_H = 55$ кВт;  $U_H = 380$ В;  $\eta_H = 0,89$ ;  $\cos \varphi = 0,9$ ;  $I_{xx} = 16,8$ А;  $\Delta P_{xx} = 1,2$ кВт,  
тоді:

$$Q_{xx} = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 16,8 \cdot 10^{-3} = 11,05 \text{квар};$$

$$K_H = \frac{P_{cp}}{P_H} = \frac{15}{55} = 0,3; \quad (2.2)$$

$$\gamma = \frac{\Delta P_{xx}}{[(100 - \eta_H) \cdot \Delta P_{xx}]} = \frac{1,2}{[(100 - 89) - 1,2]} = 0,12; \quad (2.3)$$

$$\Delta P_{\text{в.н.}} = P_H \cdot (1 - \eta_H) / [\eta_H \cdot (1 + \gamma)] = 55 \cdot \frac{1 - 0,89}{0,89 \cdot (1 + 0,12)} = 3,3 \text{ кВт} \quad (2.4)$$

Характеристики електродвигуна компресора МАХІМА 30:

$$P_H = 30 \text{ кВт}; U_H = 380 \text{ В}; \eta_H = 0,88; \cos \varphi = 0,9; I_{xx} = 13,5 \text{ А}; \Delta P_{xx} = 0,9 \text{ кВт},$$

$$Q_{xx2} = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 13,5 \cdot 10^{-3} = 8,9 \text{ квар};$$

$$K_{H2} = \frac{P_{cp}}{P_{H2}} \quad (2.5)$$

$$\gamma_2 = \Delta P_{xx2} / [(100 - \eta_{H2}) \cdot \Delta P_{xx2}] \quad (2.6)$$

$$\Delta P_{\text{в.н.2}} = P_{H2} \cdot (1 - \eta_{H2}) / [\eta_{H2} \cdot (1 + \gamma_2)] \quad (2.7)$$

Сумарні втрати активної потужності двигуна:

$$\Delta P_{\text{сум}} = [11,05 \cdot (1 - 0,5^2) + 0,5^2 \cdot 15] \cdot 0,1 + 1,2 + 0,5^2 \cdot 3,3 = 5,16 \text{ кВт}$$

Сумарні втрати активної потужності двигуна:

$$\Delta P_{\text{сум2}} = [8,9 \cdot (1 - 0,88^2) + 0,88^2 \cdot 5] \cdot 0,1 + 0,08 + 0,88^2 \cdot 2,14 = 1,98 \text{ кВт}.$$

Ефективність зменшення витрат визначається одержаним зниженням витрат активної потужності в кожному двигуні:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{сум}} - \Delta P_{\text{сум2}} \quad (2.8)$$

Тобто, впровадження системи керування швидкості обертання шпинделів металорізальних верстатів, дозволить додатково економити підприємству близько 0,147 млн. кВт год/рік



## 2.2.2 Перехід на більш ефективні джерела світла

Оскільки, на забезпечення освітлення ділянок підприємства витрачається близько 22% від витрат останнього на електроенергію, то зниження енергоспоживання в даному напрямку є актуальним.

Для аналізу системи освітлення підприємства необхідна наступна інформація:

- Тип встановлених ламп - ЛЗП – 500.

Таблиця 2.2– Характеристика ламп ЛЗП – 500

| Тип лампи | Напруга, В | Світловий потік, лм | Довжина, мм | Діаметр, мм | Цоколь | Термін експлуатації, годин |
|-----------|------------|---------------------|-------------|-------------|--------|----------------------------|
| ЛЗП – 500 | 220        | 19000               | 292         | 122         | P40    | 10000                      |

- Кількість ламп – 40 штук.
- Потужність лампи – 500 Вт.
- Тип світильника – РСП05-500/ГОЗ.

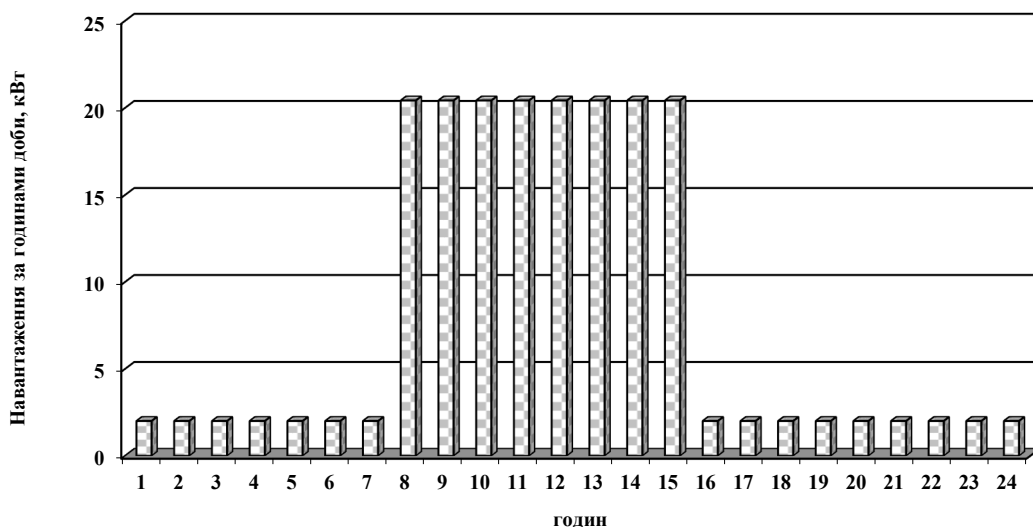


Рисунок 2.1 Добовий графік навантаження освітлювальних установок

Таблиця 2.3 Характеристика світильника РСП 05-500/Г03

| Тип світильника | Джерело світла |                | Діаметр, мм | Висота, мм | ККД |
|-----------------|----------------|----------------|-------------|------------|-----|
|                 | Тип            | Потужність, Вт |             |            |     |
| РСП 05-500/Г03  | ЛЗП            | 500            | 490         | 607        | 0,7 |

Отже, економія складе майже 400 Вт на кожній лампі при незмінному світловому потоці.

### 2.2.3 Перехід від загальнообмінної до локальної вентиляції

Вентиляційні системи можуть бути загально-обмінними, локальними (місцевими) і комбінованими. При загально-обмінній вентиляції зміна повітря відбувається у всьому обсязі приміщення. Призначенням локальної вентиляції є локалізація шкідливих виділень у місцях їхнього утворення і видалення їх із приміщення. При комбінованій системі одночасно з загальним повітрообміном локалізуються також і окремі найбільш інтенсивні джерела виділень.

У залежності від способу переміщення повітря в робочих приміщеннях – вентиляція поділяється на природну і штучну (механічну).

У системах механічної вентиляції рух повітря здійснюється в основному вентиляторами повітродувними машинами (осьового чи відцентрового типу) Осьовий вентилятор являє собою розташоване в циліндричному кожусі лопаткове колесо, при обертанні якого повітря, що надходить у вентилятор, під дією лопаток переміщається в осьовому напрямку. До переваг осьових вентиляторів відноситься простота конструкції, велика продуктивність, можливість економічного регулювання продуктивності, можливість реверсування потоку повітря. До їхніх недоліків відноситься мала величина тиску (30-300 Па) і підвищений шум. Відцентровий вентилятор складається зі

спірального корпусу з розміщеним усередині лопатковим колесом, при обертанні якого повітря, що припливає через вхідний отвір, попадає в канали між лопатками колеса і під дією відцентрової сили переміщається по цих каналах, збирається корпусом і викидається через випускний отвір. Тиск вентиляторів такого типу може досягати більш 10000 Па. У залежності від складу переміщуваного повітря вентилятори можуть виготовлятися з різних матеріалів і різної конструкції (звичайного, пилового, антикорозійного, вибухобезпечного виконання). При підборі вентиляторів потрібно знати необхідну продуктивність, створюваний тиск і, в окремих випадках, конструктивне виконання.

Системи кондиціонування повітря повинні забезпечувати нормовані метеорологічні параметри та чистоту повітря в приміщенні при розрахункових параметрах зовнішнього повітря для теплого і холодного періодів року згідно ДСН 3.3.6.042-99 (Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень) та ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ (Воздух рабочей зоны).

Кондиціонування повітря здійснюється комплексом технічних засобів — системою кондиціонування повітря (СКП). В склад СКП входять: прилади приготування, переміщення та розподілу повітря, засоби автоматики, дистанційного керування та контролю. Технічні засоби СКП повністю або частково агрегатуються в апараті - кондиціонері.

### 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ

#### 3.1 Економічна ефективність реконструкції обладнання компресорної

Виходячи з математичної пропорції, яка враховує продуктивність та потужність компресора отримуємо при використанні нових компресорів наступну економію:

$$1 \text{ година} - 25 \text{ кВт} \cdot \text{годину} .$$

Враховуючи вартість електричної енергії на сучасному етапі, розраховуємо економічний ефект даного проекту:

$$E_{ef} = \Delta W \cdot n \cdot T_{\text{годин}} \cdot C , \quad (3.1)$$

$$E_{ef} = 25 \cdot 5852 \cdot 1,56 = 228236 \text{ грн./рік}$$

#### 3.2 Організація локальної вентиляції

Вирати діляться на:

- придбання пристроїв для локальної системи вентиляції;
- доставка.

Витрати на придбання пристроїв:

$$B_{II} = C \cdot n , \quad (3.2)$$

де  $C$  – вартість одного пристрою,  $C = 25$  тис. грн.

$n$  – кількість пристроїв, яка дорівнює 6.

$$B_{\Pi} = C \cdot n = 150000 \text{ грн.}$$

Витрати на доставку та монтаж:

$$B_{\delta} = 12000 \text{ грн.}$$

$$B_{m} = 35000 \text{ грн}$$

Сумарні витрати знайдемо за формулою:

$$B_{\text{сум}} = B_{\Pi} + B_{\delta} + B_{m} \quad (3.3)$$

$$B_{\text{сум}} = 1500000 + 2000 + 35000 = 197000 \text{ грн.}$$

Ефективність впровадження локальної вентиляції визначається одержаним зниженням втрат активної потужності в двигуні  $\Delta P = 3,18 \text{ кВт}$ :

Економія грошових коштів при реалізації даного заходу становить:

$$E = 129 \cdot \Delta P \cdot t_{\text{роб}} \cdot \epsilon \quad (3.4)$$

$$E = 73 \cdot 3,18 \cdot 5200 \cdot 1,04 = 357689 \text{ грн/рік}$$

Капітальні затрати на реалізацію даного заходу становлять 197 тис. грн – 13 двигунів за ціною 12657 грн. кожен.

Простий термін окупності становитиме, років:

$$T = \frac{K}{E} \quad (3.5)$$

$$T = \frac{197}{98} = 2,01$$

### 3.3 Реконструкція системи освітлення

Проведемо заміну 40 ламп розжарювання ЛЗП (лампи загального призначення) потужністю 500 Вт на лампи еквівалентної потужністю – енергозберігаючі лампи потужністю 105 Вт. На рисунку 3.1 зображені ламп розжарювання (а) та енергозберігаючі лампи (б).



Рисунок 3.1 – Заміна ламп розжарювання (а) на енергозберігаючі лампи (б)

Споживання електроенергії 40 ламп розжарювання потужністю 500Вт за одну годину роботи:

$$W_1 = n \cdot P, \quad (3.6)$$

де  $n$  – кількість ламп, шт.;

$P$  – кількість спожитої енергії за годину роботи (для ламп розжарювання – 0,5 кВт·год),

$$W_1 = 40 \cdot 0,5 = 20 \text{ кВт·год.}$$

Споживання електроенергії 40 енергозберігаючих ламп потужністю 105 Вт за одну годину роботи:

$$W_2 = n \cdot P, \quad (3.7)$$

де  $n$  – кількість ламп, шт.;

$P$  – кількість спожитої енергії за годину роботи (для енергозберігаючих ламп – 0,105 кВт · год),

$$W_2 = 40 \cdot 0,105 = 4,2 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Даний захід дозволить скоротити споживання електроенергії:

$$W_{e.e.} = W_1 - W_2, \quad (3.8)$$

$$W_{e.e.} = 20 - 4,2 = 15,8 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Якщо середня тривалість нічного часу продовж року 10 годин, то економія складе:

$$E_{e.e.} = W_{e.e.} \cdot t \cdot T, \quad (3.9)$$

де  $t$  – середня тривалість нічного часу продовж року,  $t = 10 \text{ год}$ ;

$T$  – кількість днів у році,  $T = 365 \text{ днів}$ ,

$$E_{e.e.} = 15,8 \cdot 10 \cdot 365 = 57670 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік.}$$

Після заміни ламп, досягнемо такий річний грошовий ефект:

$$E_e = E_{e.e.} \cdot C_{e.e.}, \quad (3.10)$$

де  $C_{e.e.}$  – вартість 1 кВт·год електроенергії,  $C_{e.e.} = 1,56 \text{ грн/кВт} \cdot \text{год}$ ,

$$E_e = 192654 \cdot 1,56 = 294235 \text{ грн.}$$

Вартість встановлених енергозберігаючих ламп складе:

$$B_{збер} = n \cdot C_{збер}, \quad (3.11)$$

де  $n$  – кількість енергозберігаючих ламп, шт.;

$C_{збер}$  – вартість однієї енергозберігаючої лампи,  $C_{збер} = 235 \text{ грн}$ ,

$$B_{збер} = 40 \cdot 235 = 9400 \text{ грн.}$$

Термін окупності установки енергозберігаючих ламп:

$$T = \frac{K}{\Pi}, \quad (3.12)$$

де  $K$  – капітальні вкладення, грн;

$\Pi$  – річна економія, грн,

$$T = \frac{125000}{294235} = 0,43 \text{ року або 4 місяців.}$$

### 3.3 Загальні техніко-економічні показники впровадження енергозберігаючих заходів

Капітальними інвестиціями є потреби, необхідні для здійснення проекту.

Оцінка капітальних інвестицій проводиться з урахуванням витрат на здійснення будівельних робіт, придбання устаткування, оплати монтажних робіт та інше. Сумарні капітальні інвестиції на реконструкцію та купівлю обладнання становлять 309 тис. грн.

Вартість основних фондів (Оф) визначена виходячи з обсягу капітальних вкладень, визначених зведеним кошторисним розрахунком вартості, з виключенням витрат, що не відносяться до поняття основних фондів.

Для розрахунку амортизаційних відрахувань основні фонди розподілені за групами таким чином:

1 група – спорудження і предаточні пристрої;

3 група – робоче, силове та електроустаткування.

Річна норма амортизації основних фондів прийнята з 01.01.2016 р. на знову введені основні фонди відповідно до Закону України «Про оподаткування прибутку підприємств» у таких розмірах:

для 1 групи – 8%;

для 3 групи – 24%.

Ефективність капітальних вкладень характеризується рядом показників, що входять у систему показників економічної ефективності інвестицій:

— рентабельністю капітальних вкладень (%) - відношення приросту прибутку до капітальних вкладень, що зумовили цей приріст;

— питомими капітальними вкладеннями;

— строком окупності капітальних вкладень (років) - часом, протягом якого проект буде працювати «на себе». При цьому весь обсяг коштів, що генеруються проектом, складається з нерозподіленого прибутку і суми



амортизаційних відрахувань (тобто чистих грошових потоків), зараховується як повернення початкового інвестованого капіталу.

Строк окупності капітальних вкладень визначається за формулою:

$$T = \frac{\sum K}{\sum \mathcal{E}}$$

де  $\sum K$  – сумарні капітальні вкладення в енергозберігаючий проект;

$\sum \mathcal{E}$  - сумарна економія, що планується, за рахунок впровадження енергозберігаючих заходів з урахуванням експлуатаційних та інших витрат.

$$T = \frac{309}{326} = 0,9 \text{ років}$$

Ефективність капіталовкладень:

$$E = \frac{1}{0,9} = 1,06$$

В результаті,  $E$  не перевищує нормативний коефіцієнт, що свідчить про доцільність впровадження проекту.

У цьому розділі проведено розрахунок економічної ефективності впровадження енергозберігаючих заходів в системі електроспоживання підприємства. Для здійснення зазначених заходів необхідні капітальні інвестиції в сумі 309 тис. грн.

Застосування останніх дасть змогу досягти наступних результатів:

1. Зменшити витрати на споживану підприємством електричну енергію за рахунок зменшення її втрат в системі електропостачання.

2. Одержати сумарний прибуток від зменшення витрат на електричну енергію близько 326 тис. грн.

3. Зменшити витрати на споживану підприємством електричну енергію.

4 Підвищити надійність і якість енергопостачання підприємства.

Були визначені техніко-економічні показники запропонованих енергозберігаючих заходів. Найбільш суттєвими з них виявилася реконструкція системи освітлення.

В таблиці 3.1 наведені енергозберігаючі заходи та економічний ефект від їх впровадження.

Таблиця 3.1 – Економічний ефект від впроваджених заходів

| Показники                     | Одиниця виміру | Енергозберігаючий захід         |                                    |                                 | Всього |
|-------------------------------|----------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------|
|                               |                | Модернізація системи вентиляції | Реконструкція компресорної станції | Модернізація системи освітлення |        |
| Капітальні витрати            | млн. грн.      | 0,197                           | 0,112                              | 0,125                           | 0,309  |
| Економія, за рахунок ЕЗЗ      | млн. грн.      | 0,098                           | 0,228                              | 0,294                           | 0,326  |
| Ефективність капіталовкладень | -              | 0,497                           | 2,036                              | 2,352                           | 1,06   |
| Термін окупності              | років          | 2,01                            | 0,49                               | 0,43                            | 0,95   |

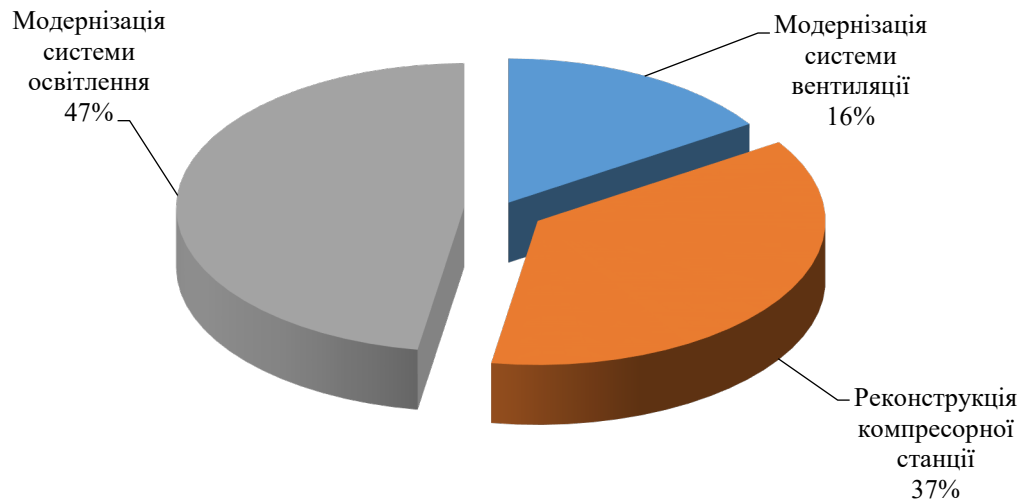


Рисунок 3.2 – Передбачувана економія від впроваджених заходів  
 На рисунку 3.3 представлені строки окупності запропонованих заходів.

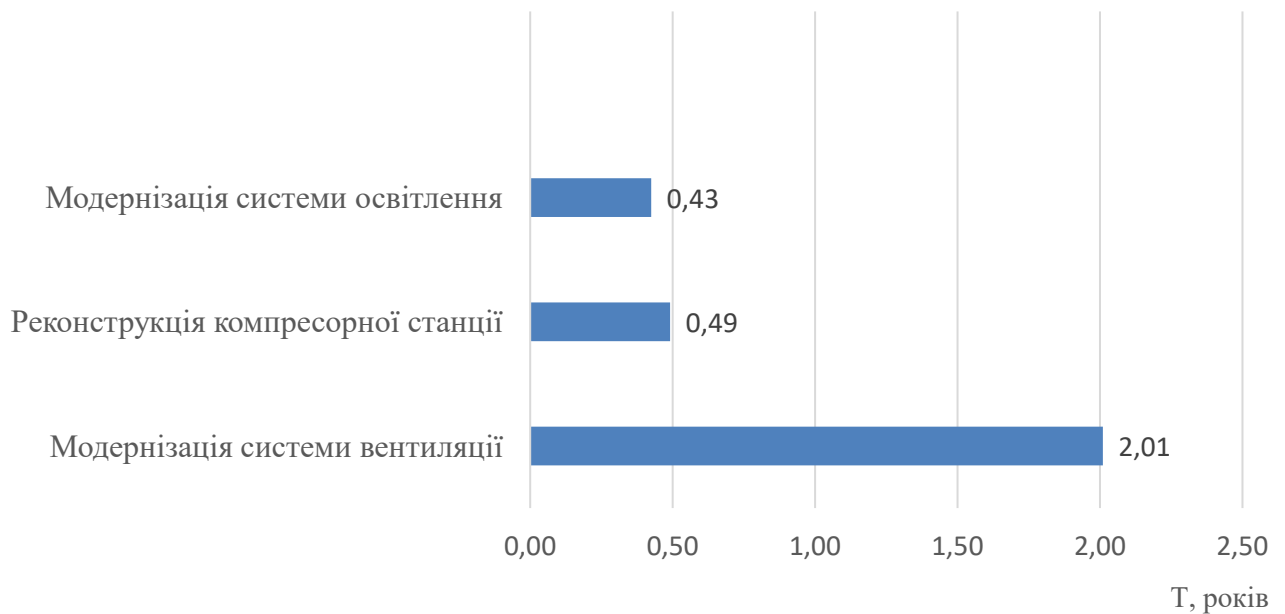


Рисунок 3.3 – Строки окупності запропонованих заходів  
 Зменшення споживання електричної енергії від впровадження всіх вище перелічених заходів складе близько 250 тис. кВт·год на рік.

## ВИСНОВКИ

В останнє десятиліття все більше визнання отримувало існування взаємного впливу здорового навколишнього середовища і сталого економічного розвитку. У цей же час у світі відбувалися великі політичні, соціальні та економічні зміни, у міру того, як багато країн починали здійснення програм радикальної структурної перебудови своєї економіки. Таким чином, вивчення впливу на навколишнє середовище загальноекономічних заходів стало проблемою, що має серйозне значення і вимагає якнайшвидшого вирішення.

Слід також сказати, що загальноекономічні реформи іноді призводять до непередбаченого збитку для навколишнього середовища. Існування віджилої політики, недосконалість ринку та організаційних структур де-небудь в економіці можуть непередбачуваним чином взаємодіяти з більш загальними економічними реформами і створювати стимули для надмірного використання природних ресурсів і деградації навколишнього середовища. Виправлення такого становища зазвичай не вимагає відмови від первісної економічної політики. Замість цього потрібні певні додаткові заходи, що усувають недосконалість ринку, організаційних структур чи віджилу політику. Такі заходи зазвичай не тільки сприятливо позначаються на навколишньому середовищі, а й є вирішальним компонентом успіху загальноекономічних реформ.

В роботі проведено аналіз енергоспоживання підприємства і визначено перспективні напрямки щодо зниження енерговитрат на енергоресурси і електричну енергію зокрема. Впровадження енергозберігаючих технологій дасть змогу підприємству досягти наступних результатів:

1. Зменшити витрати на споживану підприємством електричну енергію за рахунок зменшення її втрат в системі електропостачання.
2. Одержати сумарний прибуток від зменшення втрат електричної енергії
3. Зменшити витрати на споживану підприємством електричну енергію.

#### 4. Підвищити надійність і якість енергопостачання підприємства.

ФОП «ViGrand» очолює список найбільш сучасних українських підприємств. Ми здатні реалізувати проект будь-якої складності. Нове програмне забезпечення дає компанії можливість постійно покращувати характеристики виготовленої продукції, тим самим формуючи національну культури вибору якісних металопластикових вікон. Напрямки діяльності - виготовлення металопластикових вікон.

Основні цілі корпоративної стратегії розвитку - відповідність продукції ФОП «ViGrand» сучасним вимогам в умовах мінливого ринку. Тому нас характеризують наступні показники:

- Безперервна робота по поліпшенню якості виготовлених товарів і наданих послуг, за рахунок впровадження інформаційних технологій.
- Зменшення витрат шляхом оптимізації бізнес процесів і автоматизації виробництва.
- Розширення географії діяльності компанії.
- Розширення асортименту товарів і послуг.

Робота з навчання та підвищення кваліфікації персоналу, в тому числі працівників наших партнерів.

Щодо зменшення витрати електричної енергії у роботі розглянуто - застосування енергозберігаючих освітлювальних приладів та перехід від загального на локальне освітлення; організація локальної вентиляції задля економії електричної енергії, спожитої двигунами вентиляторів; відмова від пневматичного обладнання та реконструкція системи забезпечення стисненим повітрям з переходом на більш енергоефективні компресори. Компресори застосовуються у всіх галузях промисловості, де для експлуатаційних або технологічних цілей потрібно стиснене повітря. Якісні компресорні станції та компресори забезпечують підприємство стисненим повітрям і гарантують високу продуктивність протягом технологічних процесів. Запропоновано замінити двигуни компресорів двигунами виправданої потужності.

Впровадження наведених заходів економії електроенергії дає змогу зекономити близько 250 тис. кВт·год/рік.

Для збільшення грошових надходжень від енергозберігаючих проектів обрано варіант впровадження трьох розглянутих проектів як загального комплексного проекту. Техніко-економічні розрахунки показали, що капітальні вкладення на впровадження всіх запропонованих заходів становить близько 0,309 млн. грн. За рахунок цих заходів можна досягти зниження споживання електричної енергії на суму 0,326 млн. грн. Термін окупності впровадження сукупності проектів – 0,95 років, що є, безперечно, економічно доцільним.

Загалом, ФОП «ViGrand» щомісячно демонструє стабільну динаміку скорочення споживання та покупних енергоресурсів, слідуючи технологічній стратегії, яка передбачає модернізацію виробництва та реалізацію енергозберігаючих заходів.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Чилікін, М.Г. Загальний курс електроприводу [Текст]: підручник / М.Г. Чилікін, А.С. Сандлер– 6-те вид., переробл. і доповн. - М.: Енергоіздат, 1981.- 576с.
2. Фотієв, М.М. Електропривод та електрообладнання металургійних цехів [Текст]: підручник / М.М. Фотієв – Москва: Видавництво «Металургія», 1990.- 352с.
3. Копилов, І.П. Електричні машини [Текст]: підручник/ І.П. Копилов – Москва: Видавництво «Енергоатоміздат», 1986.-360 с.
4. Загірняк, М. В. Електричні машини [Текст]: підручник / М. В. Загірняк, Б. І. Невалін. – 2-ге вид., переробл. і доповн. – К. : Знання, 2009. – 399 с. – ISBN 978-966-336-644-6.
5. Закладний, О.М. Енергозбереження засобами промислового електроприводу [Текст] / О.М. Закладний, А.В. Проховнік, О.І. Соловей. – К. : Кондор, 2005. – 408. – ISBN 966-7665-23-2.
6. Волинський, Б.С. Електротехніка [Текст]/ Б.А. Волинський,. Е.Н. Зейн, В.Е. Шетрніков.-М.: Енергоатоміздат, 1987.-528 с.
7. Тихомиров, А. К. Теплопостачання району міста [Текст]: Навчальний посібник / А. К.Тихомиров. – Хабаровськ : Видавництво «Тихоокеан», 2006. – 135 с. ISBN 5 –7389 – 0515 – 6.
8. Качан Ю.Г. Основи енергозбереження [Текст]: Конспект лекцій/ Ю.Г. Качан.- Одеса: ЗДІА, перевид. 2005.-184 с.
9. Качан Ю.Г. Методичні вказівки до дипломного проектування для студентів спеціальності 7.000008 «Енергетичний менеджмент» [Текст]/ Ю.Г. Качан, В.В. Артем'єв, О.Г. Воронін.-З.: ЗДІА, 2006.-50с.
10. Методи зниження втрат в тепломережі [Електронний ресурс] Енергосовет.– Режим доступа : \WWW/ URL: <http://www.energsovet.ru/stenergo.php?idd=156> – Заголовок з екран.

11. Методи зниження втрат в тепломережі [Електронний ресурс] Энергосовет.– Режим доступа : \WWW/ URL: <http://www.energsovet.ru/stenergo.php?idd=156> – Заголовок з екран.

12. Регулювання обертання синхронних двигунів [Електронний ресурс] Электричні машини.– Режим доступа : \WWW/ URL: [http://www.induction.ru/library/book\\_002/glava6/6-15.html](http://www.induction.ru/library/book_002/glava6/6-15.html)– Заголовок з екран.

13. Частотне регулювання насоса – переваги і недоліки [Електронний ресурс] ОптимЕлектро.– Режим доступа : \WWW/ URL: [http://optimele.ru/articles/poleznye\\_sovety/chastotnoe\\_regulirovanie\\_nasosa\\_preimushestva\\_i\\_nedostatki/](http://optimele.ru/articles/poleznye_sovety/chastotnoe_regulirovanie_nasosa_preimushestva_i_nedostatki/)– Заголовок з екран.

14. Каталог продукції Siemens [Електронний ресурс] Siemens.– Режим доступа : \WWW/ URL: <http://www.siemens-ru.com/taxonomy/term>– Заголовок з екран.

15. Частотні перетворювачі ТОВ «Лідер» [Електронний ресурс] Лідер.– Режим доступа : \WWW/ URL: <http://lider-privod.ru/production/chastotnye-preobrazovateli/> – Заголовок з екран.

16. Частотні перетворювачі Delta Electronics [Електронний ресурс] Delta Electronics.– Режим доступа : \WWW/ URL: <http://www.delta-electronics.info/VFD> – Заголовок з екран.



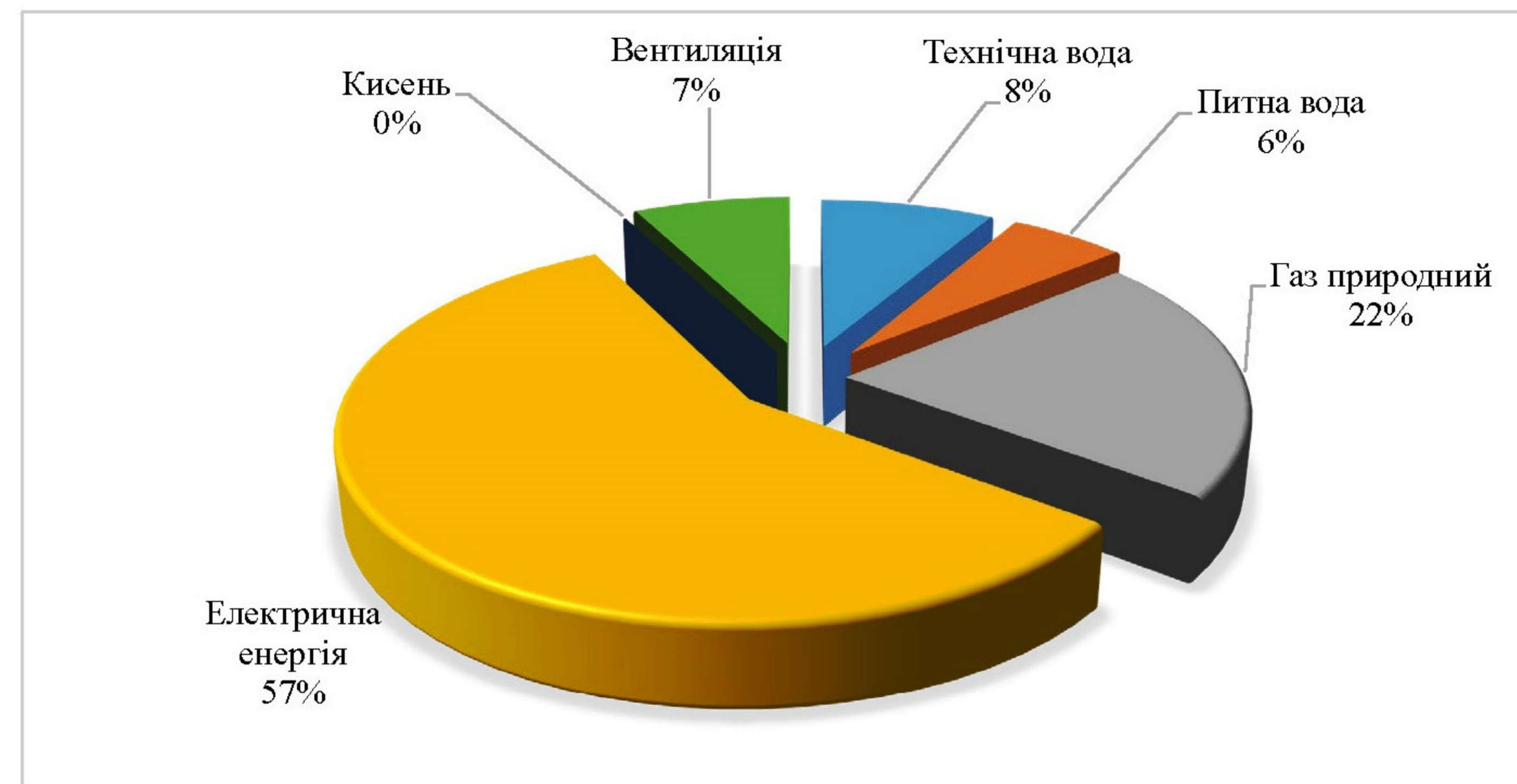
## **ДОДАТОК А**

Демонстраційні матеріали до захисту дипломної роботи

Структура споживання енергоресурсів підприємством

| Енергоносій        | Споживання, нат.од. | Витрати за 2021 рік, грн | %       |
|--------------------|---------------------|--------------------------|---------|
| Технічна вода      | 3900                | 11700                    | 8,27256 |
| Питна вода         | 712                 | 7832                     | 5,53766 |
| Газ природний      | 4227                | 30434,4                  | 21,5188 |
| Електрична енергія | 50539               | 80862,4                  | 57,1743 |
| Кисень             | 124                 | 2,7                      | 0,00191 |
| Вентиляція         | 6625                | 10600                    | 7,49479 |
| Всього             |                     | 141431,5                 | 100     |

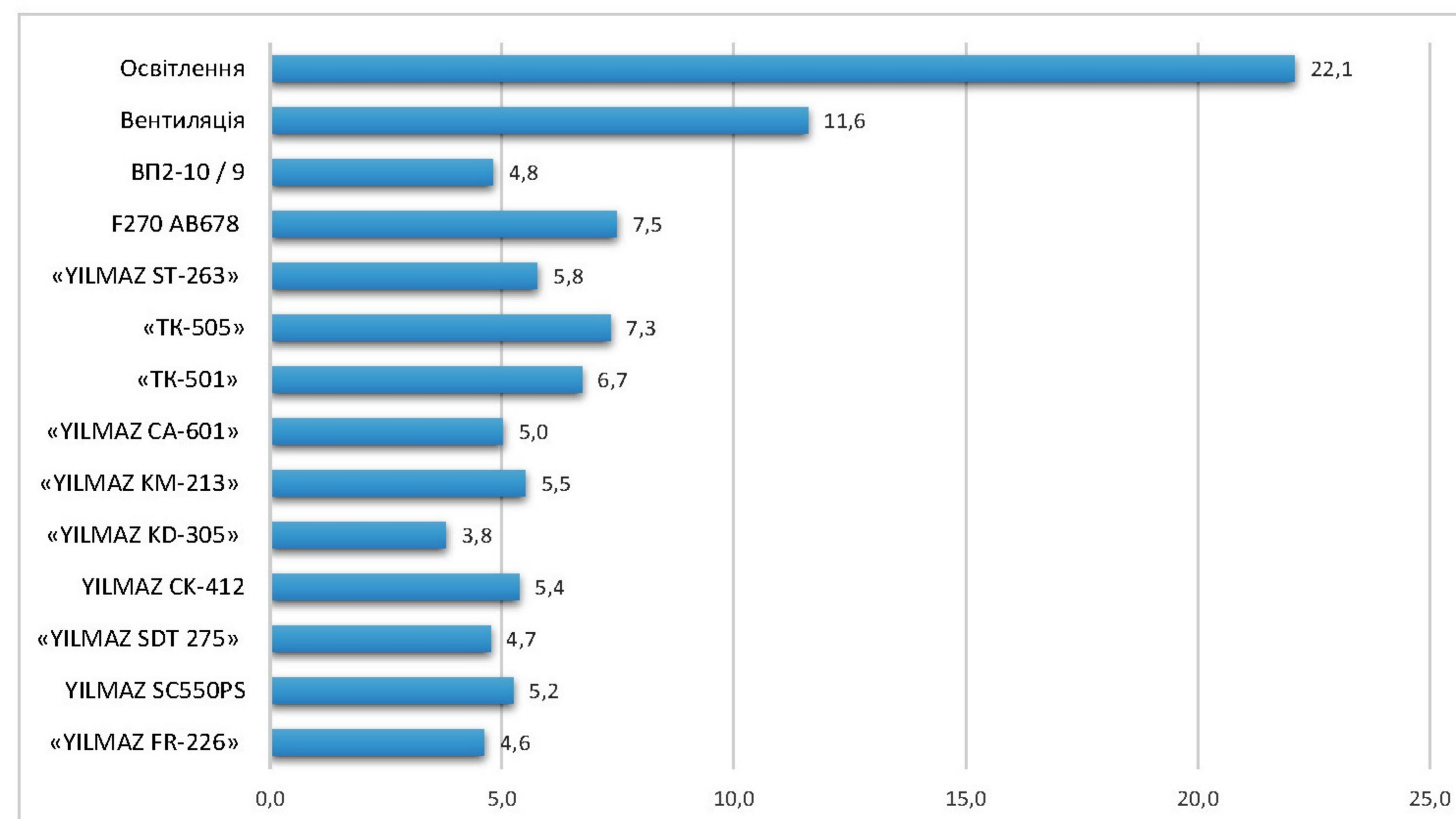
Баланс витрат на енергоносії



Структура електроспоживання підприємства

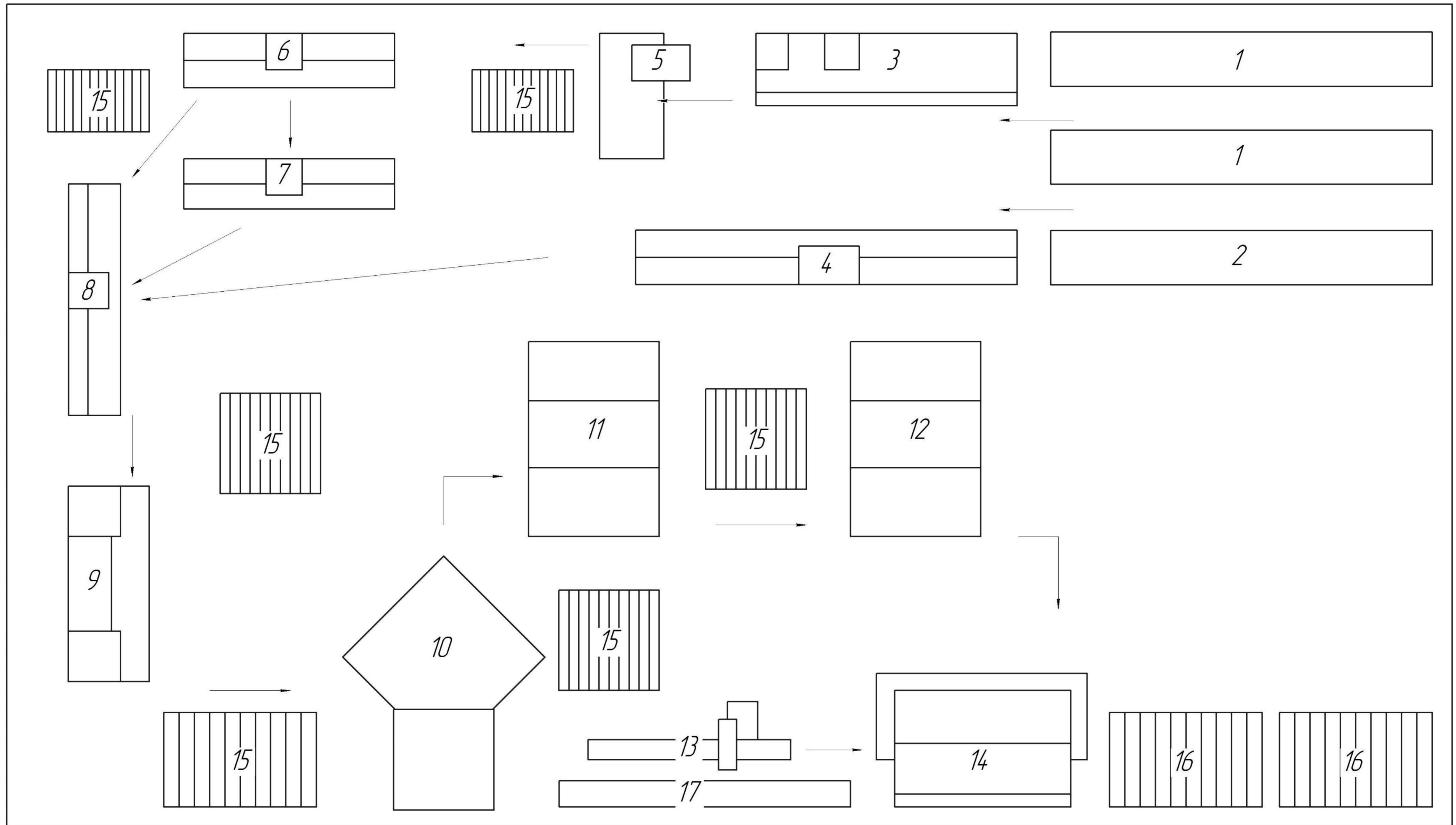
| Тип обладнання   | Споживання, кВт·год | Витрати за 2021 рік, грн | %    |
|------------------|---------------------|--------------------------|------|
| «YILMAZ FR-226»  | 2636,875            | 4219                     | 4,6  |
| YILMAZ SC550PS   | 2992,5              | 4788                     | 5,2  |
| «YILMAZ SDT 275» | 2713,125            | 4341                     | 4,7  |
| YILMAZ CK-412    | 3063,75             | 4902                     | 5,4  |
| «YILMAZ KD-305»  | 2164,375            | 3463                     | 3,8  |
| «YILMAZ KM-213»  | 3140                | 5024                     | 5,5  |
| «YILMAZ CA-601»  | 2865,625            | 4585                     | 5,0  |
| «TK-501»         | 3841,25             | 6146                     | 6,7  |
| «TK-505»         | 4191,875            | 6707                     | 7,3  |
| «YILMAZ ST-263»  | 3292,5              | 5268                     | 5,8  |
| F270 AB678       | 4268,125            | 6829                     | 7,5  |
| ВП2-10 / 9       | 2743,75             | 4390                     | 4,8  |
| Вентиляція       | 6625                | 10600                    | 11,6 |
| Освітлення       | 12625               | 20200                    | 22,1 |
| Всього           | 57163,75            | 91462                    | 100  |

Баланс витрат на електричну енергію



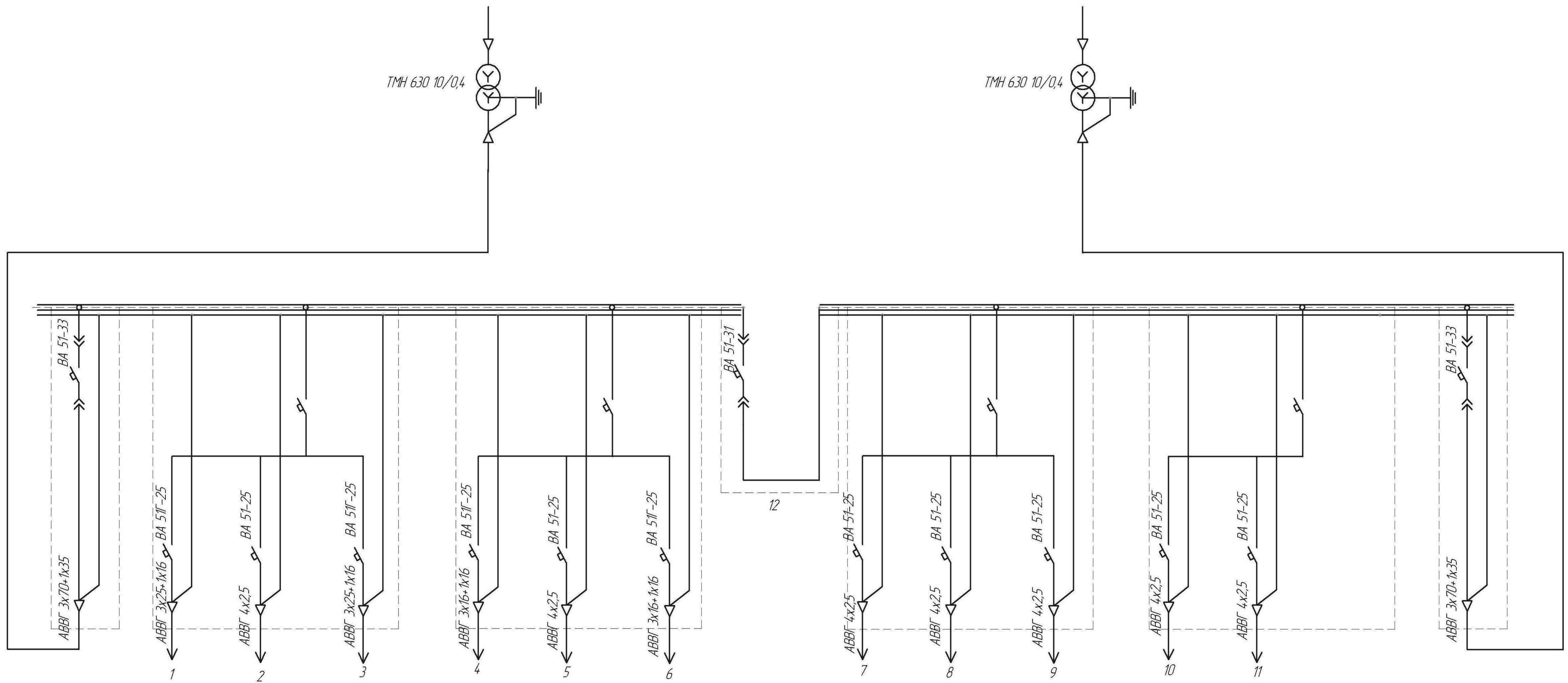
# ПЛАН ЦЕХУ

2



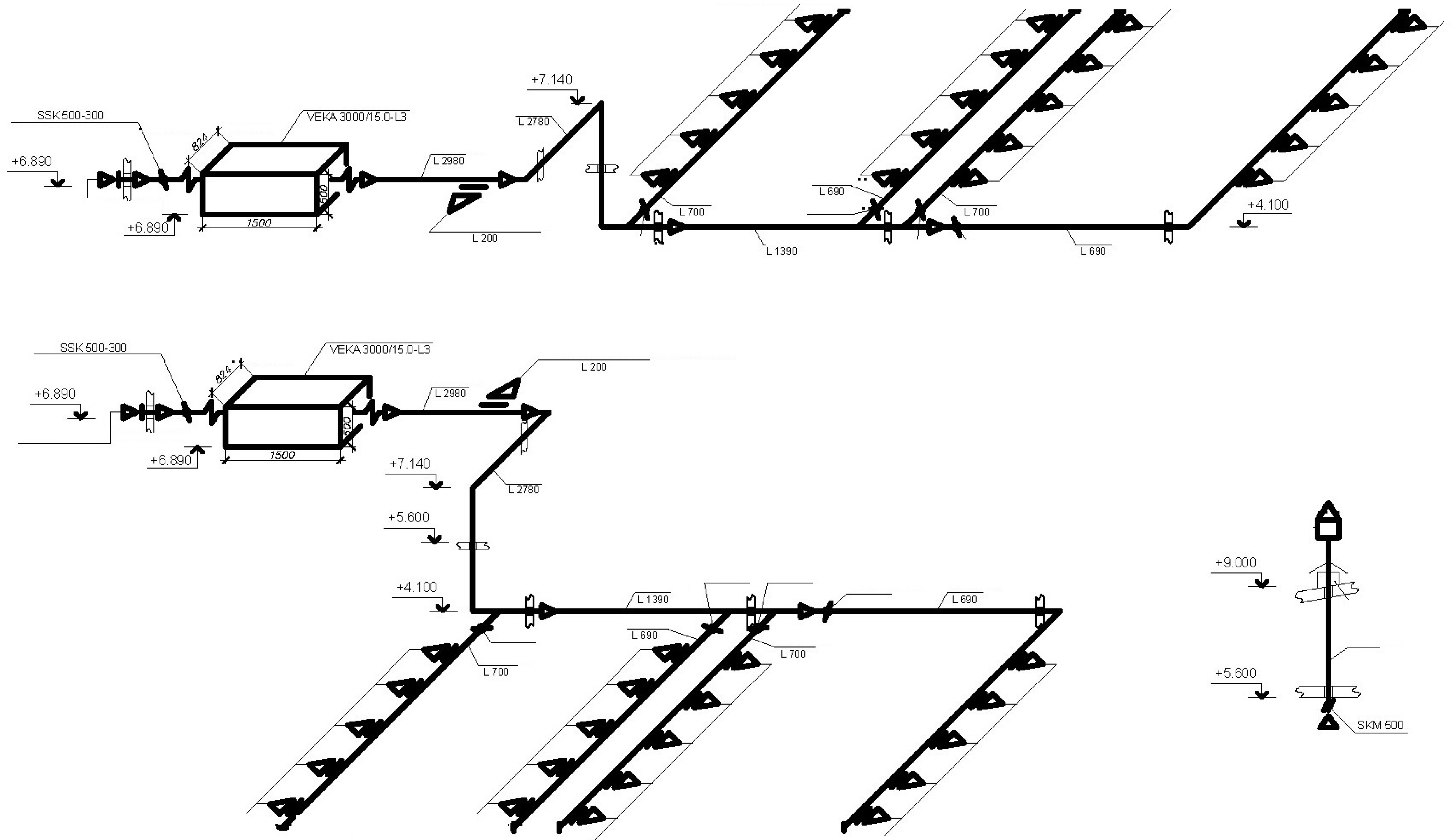
- 1- стелаж для ПВХ профілю; 2- стелаж для армуючого профілю; 3- двоголовочна пила; 4- пила для різання армуючого профілю; 5- фрезерний верстат для імпоста;  
6- копіювально-фрезерний верстат для дренажних каналок; 7- копіювально фрезерний верстат; 8- автоматичний шуруповерт; 9- двоголовий зварювальний апарат;  
10- автомат для зачистки кутів; 11- стіл (установка імпоста і протяжка ущільнення); 12- стіл (установка фурнітури); 13- пила для різання штапика;  
14- стенд для сдїрки і скліїння; 15- проміжні стелажі; 16- стелажі для готових виробів; 17- стелаж для штапика

# ОДНОЛІНІЙНА СХЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЦЕХУ

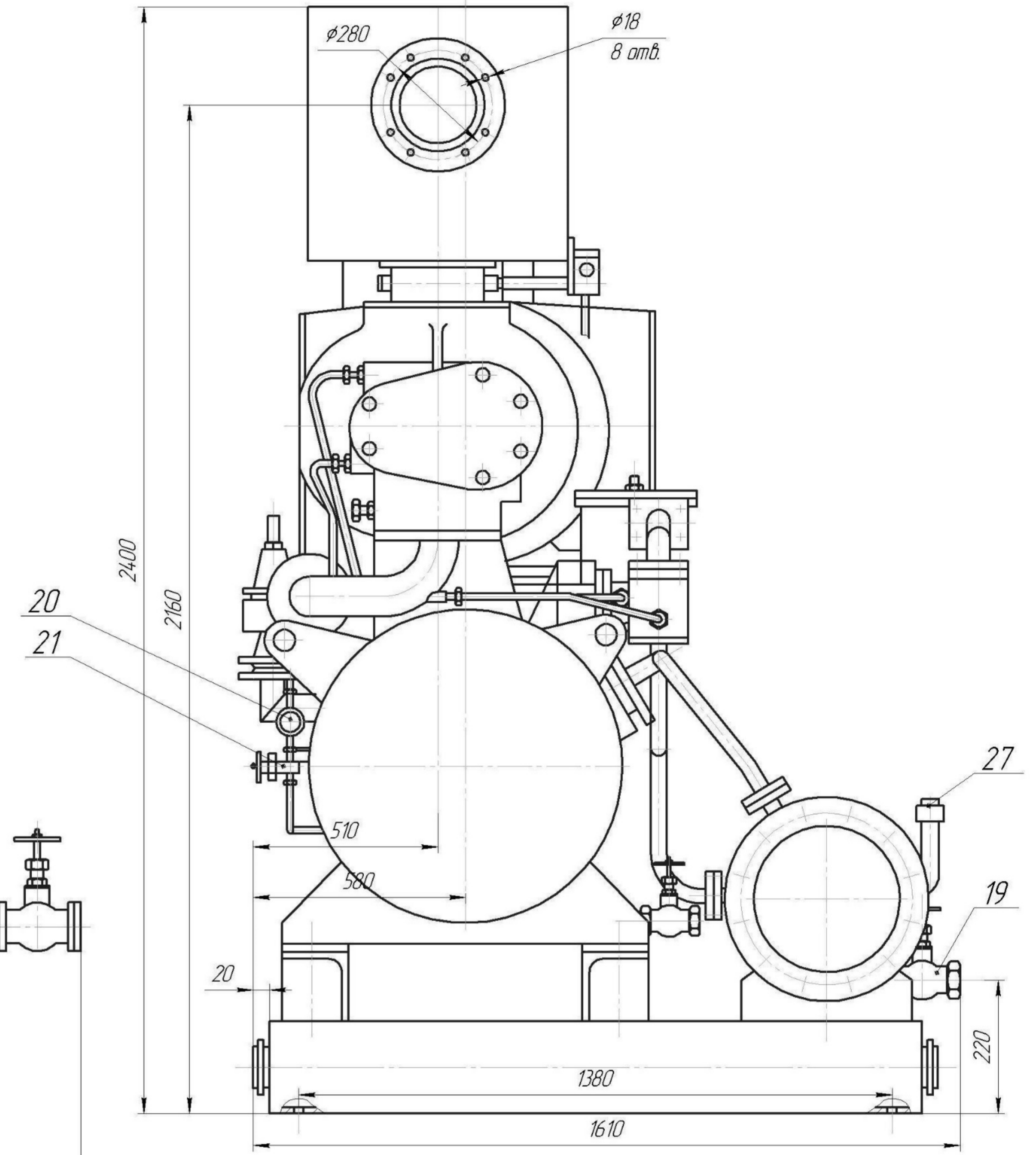
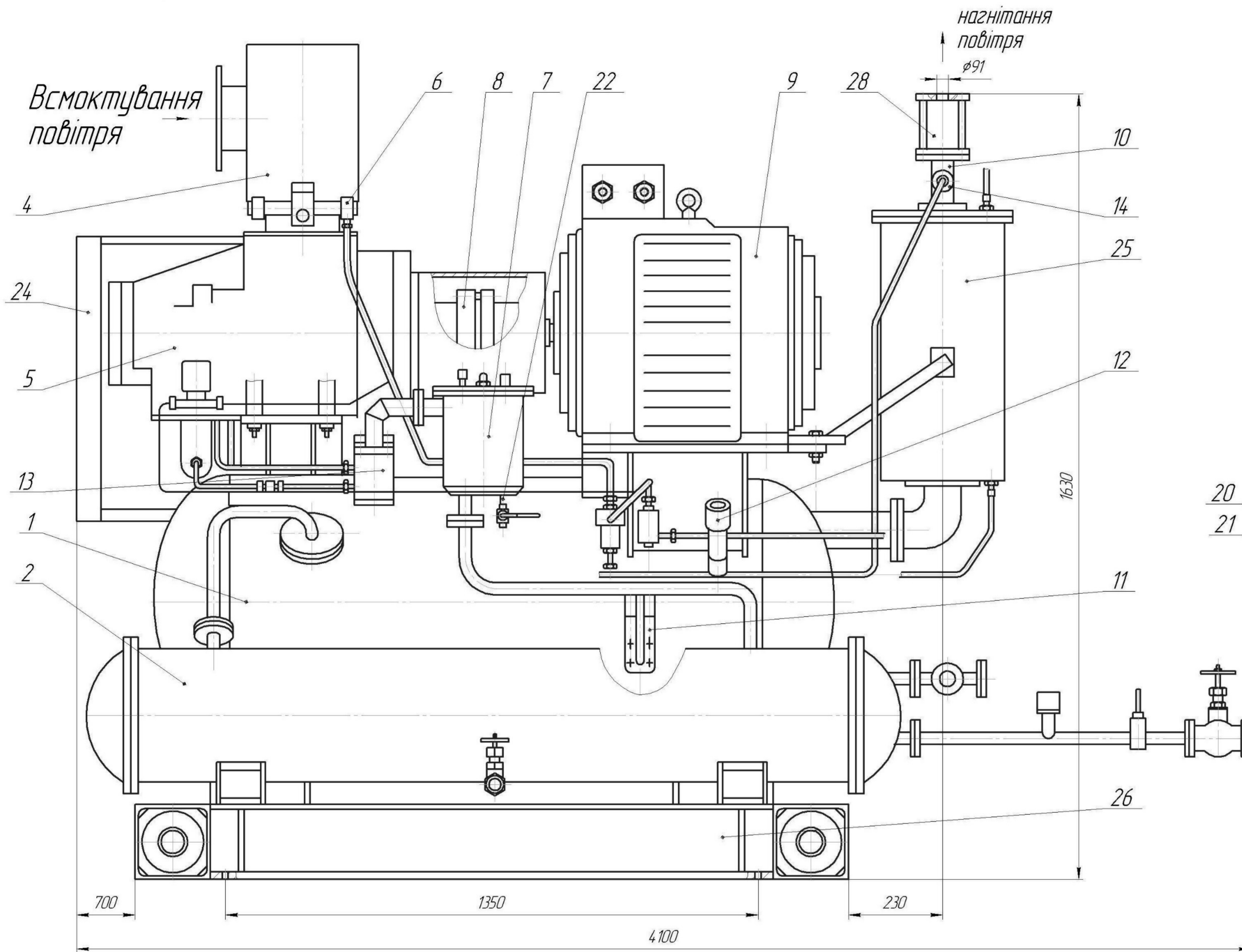


| № приєднання                            | 1              | 2                   | 3                 | 4              | 5                | 6                           | 7                   | 8                | 9            | 10                 | 11                | 12                |
|-----------------------------------------|----------------|---------------------|-------------------|----------------|------------------|-----------------------------|---------------------|------------------|--------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| Призначення                             | Опалення       | Зовнішнє освітлення | Розпильна ділянка | САП            | Проміжна ділянка | Капітально-фрезерна ділянка | Установка фурнітури | Ділянка зачистки | Стенд збірки | Стелаж для штапика | Установка імпаста | Секційний вимикач |
| Ірозр, А                                | 50,6           | 2,6                 | 54,9              | 43,6           | 10,8             | 79,96                       | 2,3                 | 9,2              | 2,2          | 3,6                | 3,6               | 95,6              |
| Іп, А                                   | 75             | 19                  | 75                | 60             | 19               | 90                          | 19                  | 19               | 19           | 19                 | 19                |                   |
| Іном т.роз, А                           | 63             | 6,3                 | 63                | 50             | 6,3              | 80                          | 6,3                 | 10               | 6,3          | 6,3                | 6,3               | 100               |
| Іел відс., А                            | 186            | 63                  | 186               | 150            | 63               | 180                         | 63                  | 100              | 63           | 63                 | 63                | 200               |
| Тип АВ                                  | ВА 51Г-25      | ВА 51Г-25           | ВА 51Г-25         | ВА 51Г-25      | ВА 51Г-25        | ВА 51Г-25                   | ВА 51Г-25           | ВА 51Г-25        | ВА 51Г-25    | ВА 51Г-25          | ВА 51Г-25         | ВА 51Г-31         |
| Переріз К/Л марки АBBГ, мм <sup>2</sup> | ABBГ 3x25+1x16 | ABBГ 4x2,5          | ABBГ 3x25+1x16    | ABBГ 3x16+1x16 | ABBГ 4x2,5       | ABBГ 3x35+1x16              | ABBГ 4x2,5          | ABBГ 4x2,5       | ABBГ 4x2,5   | ABBГ 4x2,5         | ABBГ 4x2,5        |                   |

# ЗОВНІШНІЙ ВИГЛЯД СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ



# МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПОВІТРЯЗАБЕЗПЕЧЕННЯ



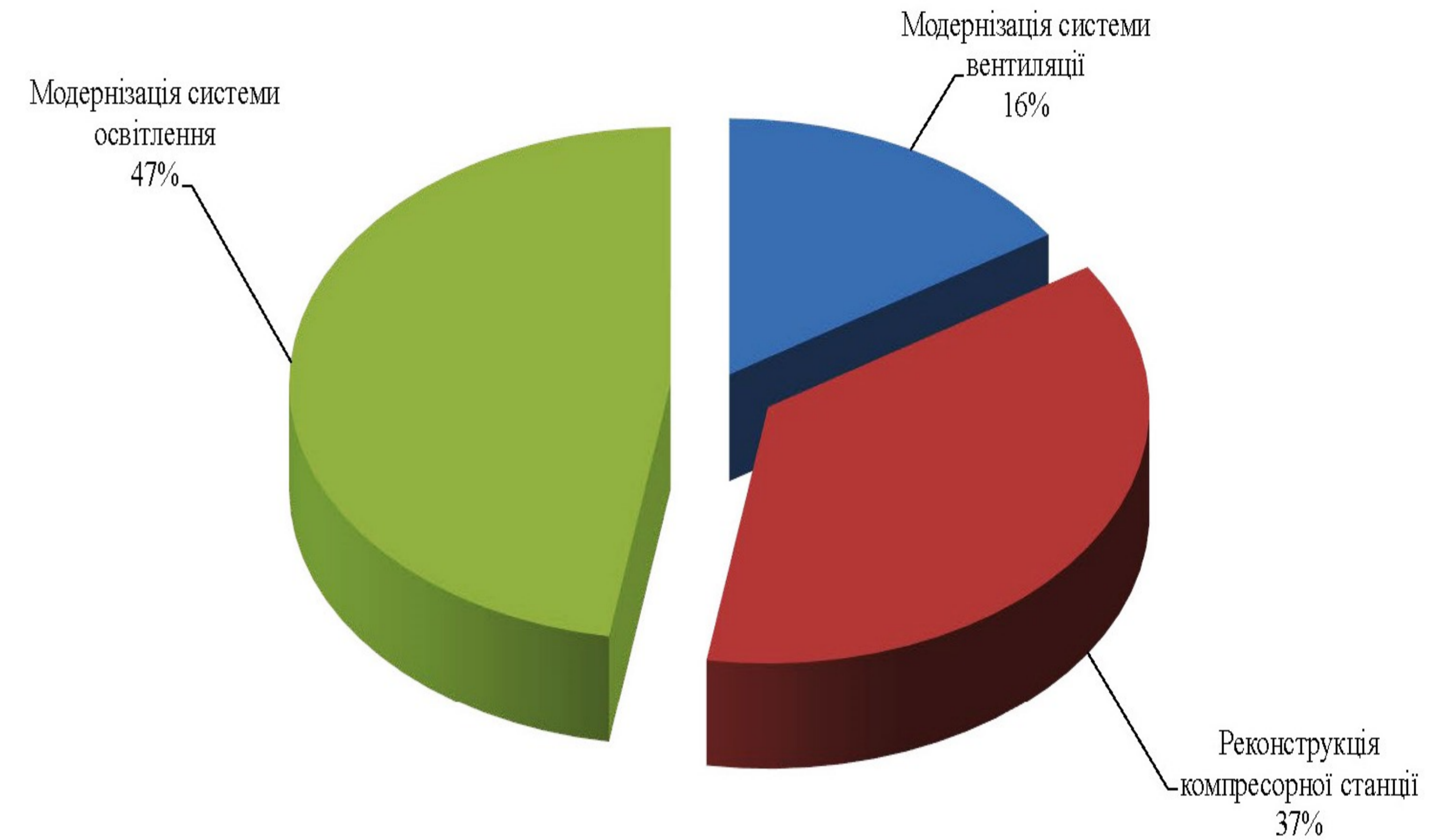
| Поз | Найменування                       | Поз | Найменування             |
|-----|------------------------------------|-----|--------------------------|
|     | Документація                       | 9   | Електродвигун            |
| 1   | Маслозбірник-рама                  | 10  | Клапан підтримки тиску   |
| 2   | Система охолодження масла          | 11  | Показчик рівня           |
| 3   | Шкаф управління                    | 12  | Горловина заливна        |
| 4   | Фільтр повітряний                  | 13  | Клапан відсичний         |
| 5   | Компресор CF 18OR                  | 14  | Клапан випускний         |
| 6   | Система регулювання продуктивності | 15  | Клапан одаротний         |
| 7   | Фільтр тонкої очистки масла        | 16  | Клапан запобіжний        |
| 8   | Муфта пружна                       | 18  | Установка забору повітря |
|     |                                    | 19  | Вентиль зливу масла      |

# ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ

Загальні техніко-економічні показники енергозберігаючих заходів

| Показники                     | Одиниця виміру | Енергозберігаючий захід         |                                    |                                 | Всього |
|-------------------------------|----------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------|
|                               |                | Модернізація системи вентиляції | Реконструкція компресорної станції | Модернізація системи освітлення |        |
| Капітальні витрати            | млн. грн.      | 0,197                           | 0,112                              | 0,125                           | 0,309  |
| Економія, за рахунок ЕЗЗ      | млн. грн.      | 0,098                           | 0,228                              | 0,294                           | 0,326  |
| Ефективність капіталовкладень | -              | 0,497                           | 2,036                              | 2,352                           | 1,06   |
| Термін окупності              | років          | 2,01                            | 0,49                               | 0,43                            | 0,95   |

Економічний ефект за ЕЗЗ



Термін окупності енергозберігаючих заходів

