

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Факультет електроенергетики та електромеханіки

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ З УРАХУВАННЯМ  
ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЧОГО ПІДПРИЄМСТВА  
«КИЇВСЬКЕ ТЕРИТОРІАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ» ФІЛІЯ «ЦЕНТР  
БУДІВЕЛЬНОМОНТАЖНИХ РОБІТ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ І  
СПОРУД» АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ »

Керівник: к.т.н., доц. Шуле Ю. А.

Доповідач: ст. гр. ЕМ-18м Гилун М.Б.

**Об'єктом дослідження** є процес підвищення енергоефективності промисловим підприємством.

**Предмет дослідження** – енергоефективність системи енергопостачання та тепlopостачання підприємства.

**Методи дослідження.** Виконані дослідження базуються на основних положеннях електротехніки та теплотехніки. Використані програмні продукти: MS Excel, Mathcad, ThermoPhys.

**Наукова новизна** – дослідження полягає в розробці оптимальної моделі стимулювання промислових підприємств до енергозбереження.

**Актуальність теми.** дослідження полягає в обґрунтуванні теоретичних та практичних основ впровадження заходів з підвищення енергоефективності системи електропостачання та тепlopостачання.

**Практичне значення одержаних результатів.** Застосування розроблених заходів у роботі дозволяє:

- підвищити мотивацію промислових підприємств до енергозбереження шляхом застосування оптимальної моделі стимулювання;
- збільшити ефективність енергоспоживання промисловим підприємством;
- забезпечити зниження втрат та витрат енергоресурсів підприємством.

**Мета і задачі дослідження.** Метою даної магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності енергоспоживання з урахуванням технологічного процесу.

Для досягнення даної мети розв'язуються наступні задачі:

- приведено основні відомості про досліджуване підприємство та про його систему електропостачання;
- досліджено існуючу систему тепlopостачання підприємства та розраховано теплову схему парової котельні;
- розроблено технічні рішення щодо встановлення парової турбіни в котельні підприємства;
- розглянуто техніко-економічну доцільність реконструкції котельні ;
- проведено техніко-економічний розрахунок;
- розроблено заходи з охорони праці на підприємстві та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

**Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи.** Основні теоретичні положення й найвагоміші практичні результати виконаного дослідження було обговорено на науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету за участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області у 2019 році. За результати опубліковано тези доповіді [34, 35].

# Генеральний план

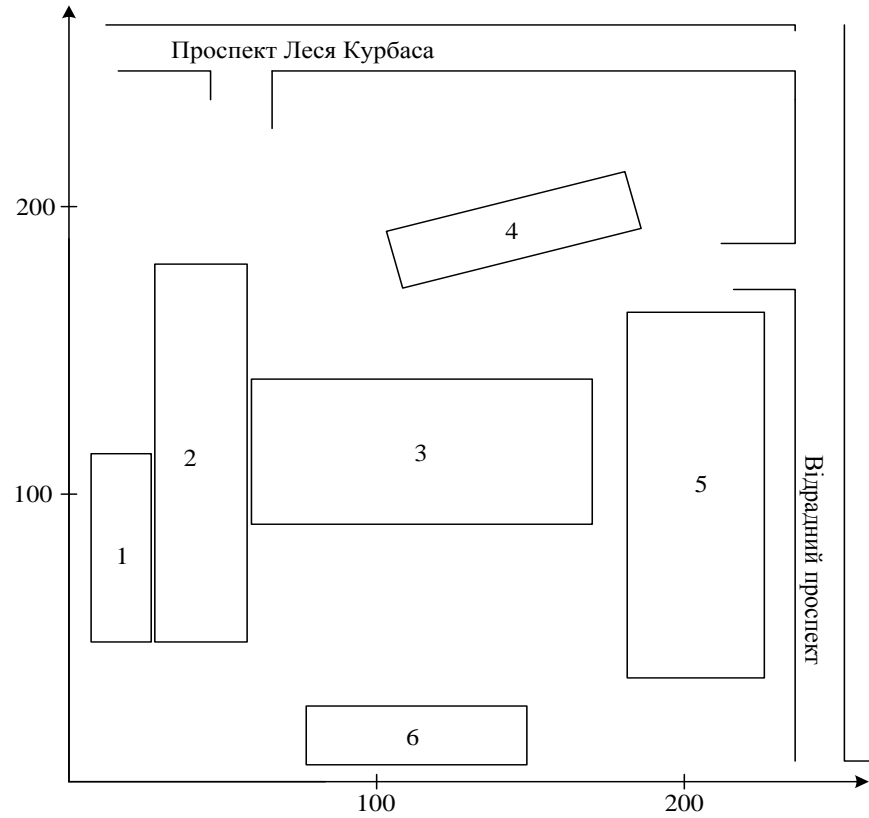


Рисунок 1 – Генеральний план підприємства

Таблиця 1 – Вхідні дані про електричні навантаження заводу

№	Назва цеху	Рн, кВт
1	Адмінкорпус	95
2	Арматурний цех	215
3	Формувальний цех	500
4	Цех металоконструкцій	200
5	Склад готової продукції	90
6	Котельня	60

Таблиця 2 – Відомості про електричне навантаження цеху

№	Найменування ЕП	Рн, кВт
1,2	Прес	7,5
3	Гільйотина	7,5
4	Наждак	4
5,6	Станок згинальний	5
7,8	Прес	5,5
9,10	Прес	3
11,12	Зварювальний апарат	20
13	Свердлильний верстат	1,1
14	Компресор	20
15	Пилка маятникова	0,55
16	Прес для паперу	4
17,18	Прес	4
19	Прес	5,5
20	Прес	6
21,22	Установка для видалення накалу	0,25
23	Установка для заповнення труби	16
24,25	Установка для зняття фасок	1,5
26	Автомат для нарізання паперу	3
27	Правельний верстат	4
28	Піч	18

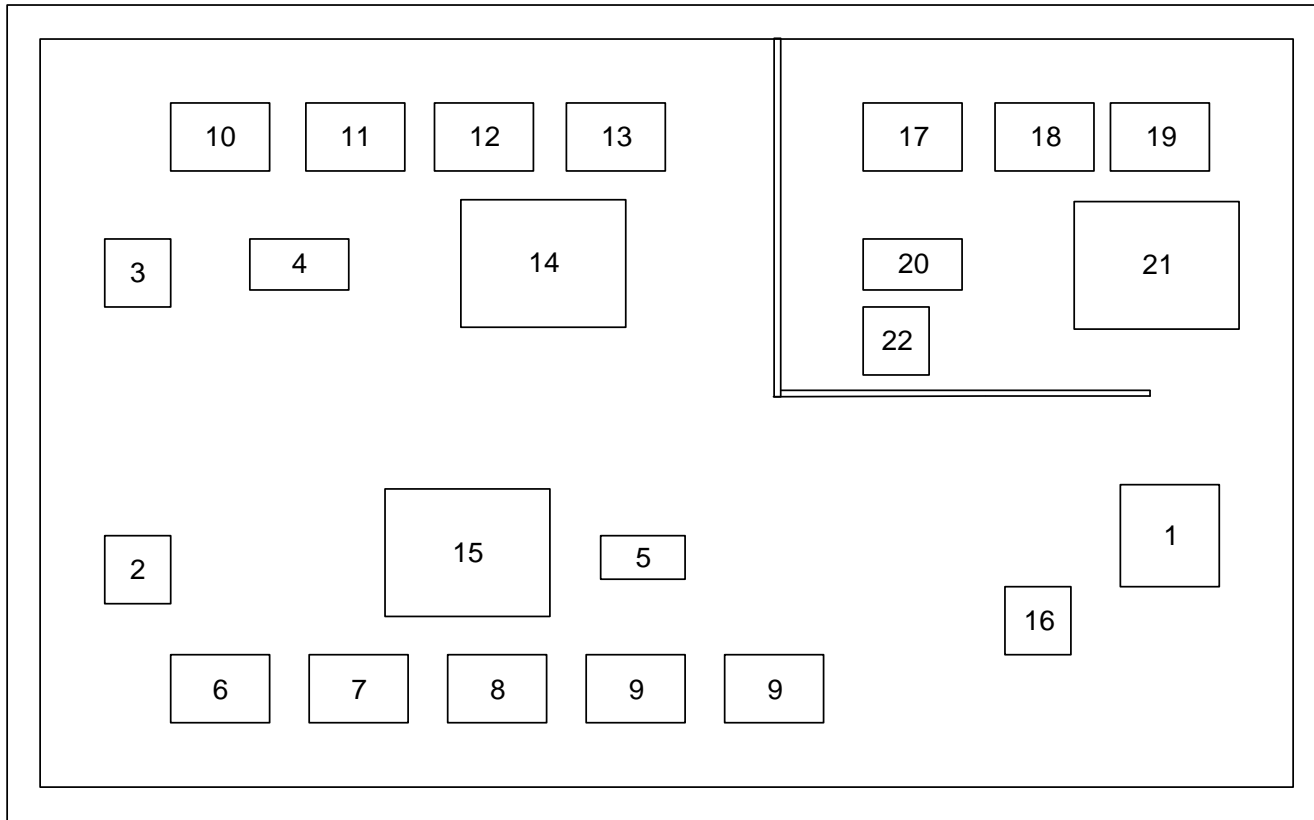


Рисунок 2 – План виробничого корпусу

# ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

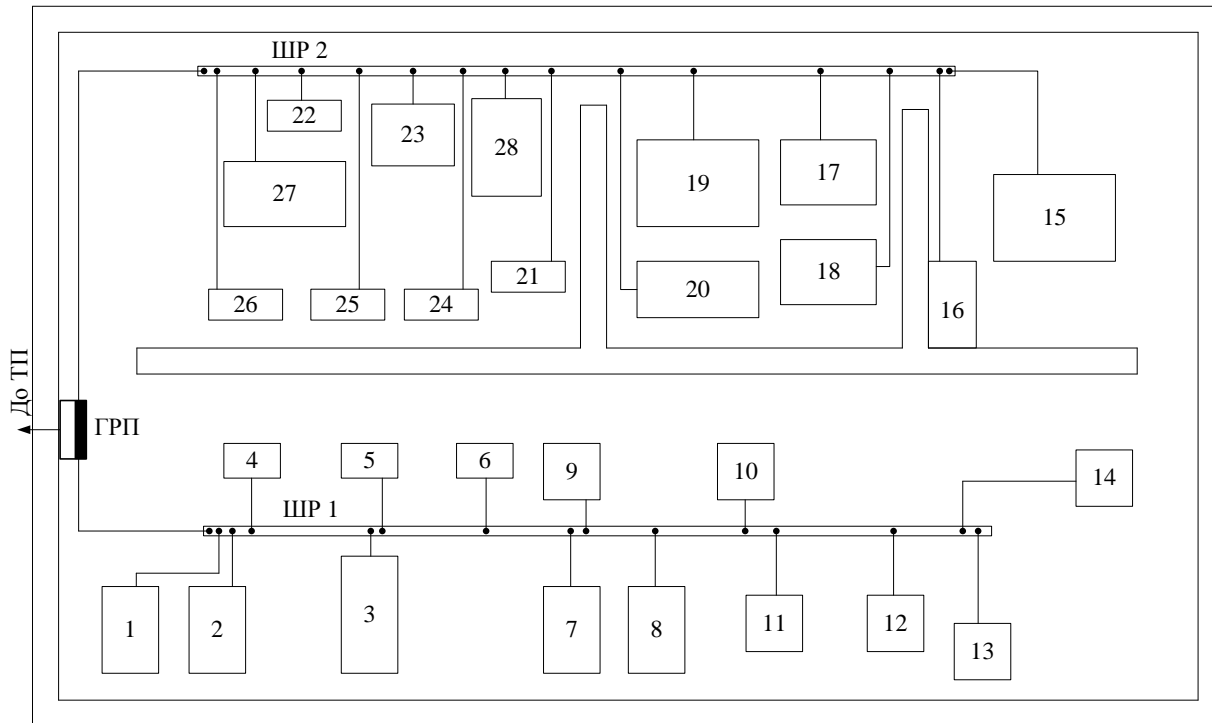


Рисунок 3 – Схема електропостачання цеху

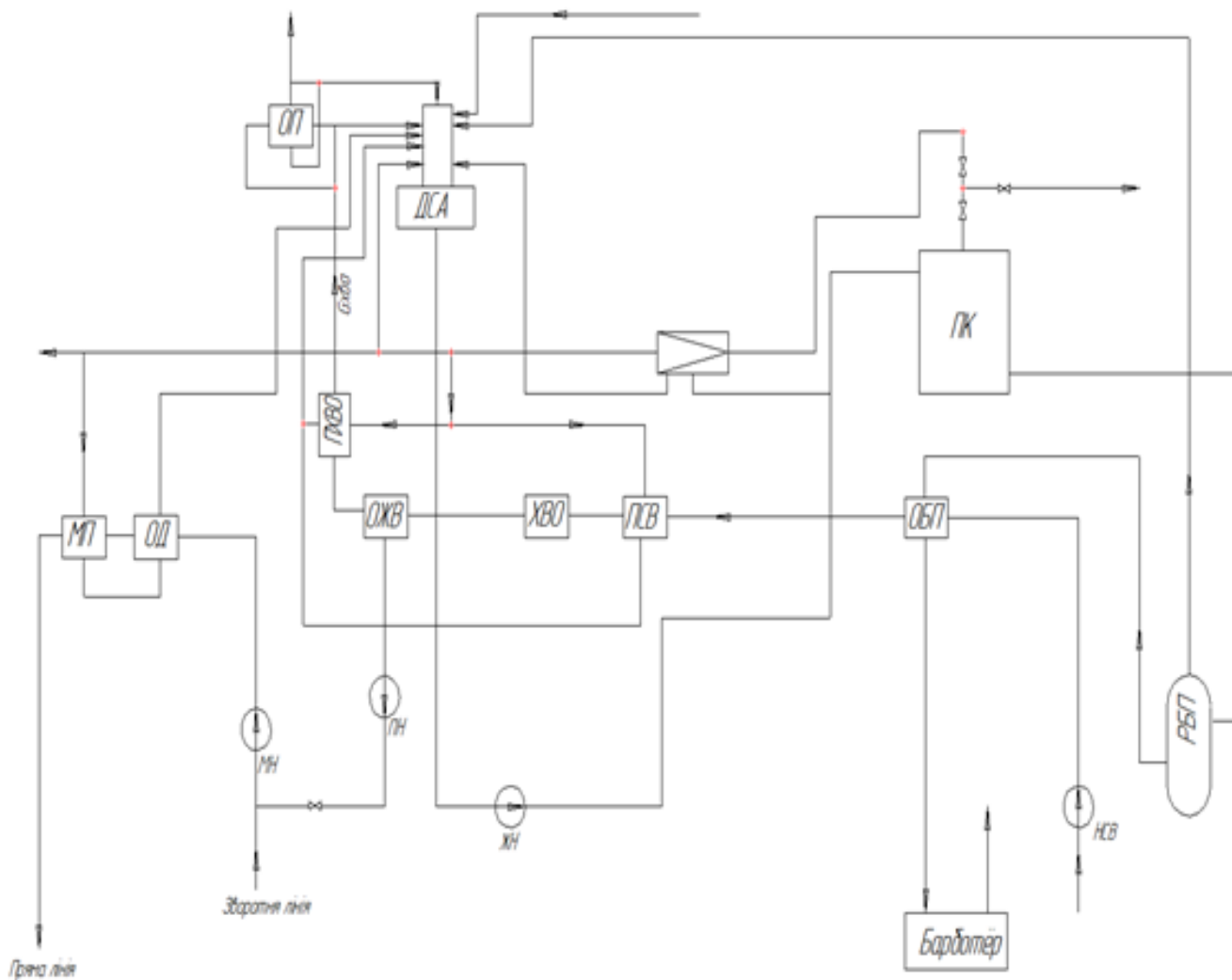
Оскільки радіальні схеми забезпечують високу надійність електропостачання, то на підприємстві застосовано радіальну схему цехової мережі, що показано на рисунку 2.1. ГРП цеху заживлено від ТП за допомогою кабелів АВВГ прокладених в трубі в землі. Приєднання під ШР до ЕП здійснюється провідником АПВ в кабельних каналах.

Дані про навантаження цехової мережі наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Розрахунок електричних навантажень цехової мережі

Вихідні дані							Розрахункові величини			n <sub>г</sub>	K <sub>г</sub>	Розрахункові навантаження			
Завдання технологів				Довідкові дані			P <sub>а</sub>	Q <sub>а</sub>	n*P <sub>а</sub>			P <sub>ср</sub> , кВт	Q <sub>ср</sub> , квар	S <sub>ср</sub> , кВА	I <sub>ср</sub> , А
Найменування ЕП	n	P <sub>н</sub> , кВт	n*P <sub>н</sub> , кВт	K <sub>н</sub>	cosφ	tgpφ									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Прес	2	7,5	15	0,3	0,7	1,02	4,50	4,59	112,50						
Гільйотина	1	7,5	7,5	0,17	0,8	0,75	1,28	0,96	56,25						
Наждак	1	4	4	0,13	0,8	0,75	0,52	0,39	16,00						
Станок згинальний	2	5	10	0,17	0,65	1,17	1,70	1,99	50,00						
Прес	2	5,5	11	0,3	0,7	1,02	3,30	3,37	60,50						
Прес	2	3	6	0,3	0,7	1,02	1,80	1,84	18,00						
Зварювальний апарат	2	20	40	0,2	0,4	2,25	8,00	18,33	800,00						
Свердлильний верстат	1	1,1	1,1	0,13	0,65	1,17	0,14	0,17	1,21						
Компресор	1	20	20	0,17	0,65	1,17	3,40	3,98	400,00						
<b>Всього ШР 1</b>	<b>14</b>		<b>114,6</b>	<b>0,21</b>			<b>24,64</b>	<b>35,60</b>	<b>1514,46</b>	<b>8</b>	<b>1,48</b>	<b>36,46</b>	<b>39,16</b>	<b>53,51</b>	<b>81,30</b>
Пилка магнізова	1	0,55	0,55	0,15	0,65	1,17	0,08	0,10	0,30						
Прес для паперу	1	4	4	0,3	0,7	1,02	1,20	1,22	16,00						
Прес	2	4	8	0,3	0,7	1,02	2,40	2,45	32,00						
Прес	1	5,5	5,5	0,3	0,7	1,02	1,65	1,68	30,25						
Прес	1	6	6	0,3	0,7	1,02	1,80	1,84	36,00						
Установка для видалення нжапу	2	0,25	0,5	0,35	0,8	0,75	0,18	0,13	0,13						
Установка для заповнення труби	1	16	16	0,3	0,65	1,17	4,80	5,61	256,00						
Установка для зняття фасок	2	1,5	3	0,35	0,8	0,75	1,05	0,79	4,50						
Автомат для нарізання паперу	1	3	3	0,13	0,7	1,02	0,39	0,40	9,00						
Правильний верстат	1	4	4	0,13	0,65	1,17	0,52	0,61	16,00						
Піч	1	18	18	0,25	0,65	1,17	4,50	5,26	324,00						
<b>Всього ШР 2</b>	<b>14</b>		<b>68,55</b>	<b>0,27</b>			<b>18,57</b>	<b>20,09</b>	<b>724,18</b>	<b>6</b>	<b>1,28</b>	<b>23,77</b>	<b>22,10</b>	<b>32,45</b>	<b>49,30</b>
<b>Всього ГРП</b>	<b>28</b>		<b>183,15</b>	<b>0,24</b>			<b>43,21</b>	<b>55,69</b>	<b>2238,64</b>	<b>14</b>	<b>1,27</b>	<b>54,87</b>	<b>55,69</b>	<b>78,18</b>	<b>118,78</b>

# Існуюча теплова схема котельні



ОБП - охолодник безперервної продувки

РБП - безперервна продувка

ПХВ - підігрівник сирі води

ХВО - хімводоочистка

ОЖВ - охолодник живильної води

ПХВО - підігрівник хім. очищеної води

ОВ - охолодник випару

МП - мережний підігрівник

ОК - охолодник конденсату

ДСА - деаератор атмосферний

МН - мережний насос

ЖН - насос живильної води

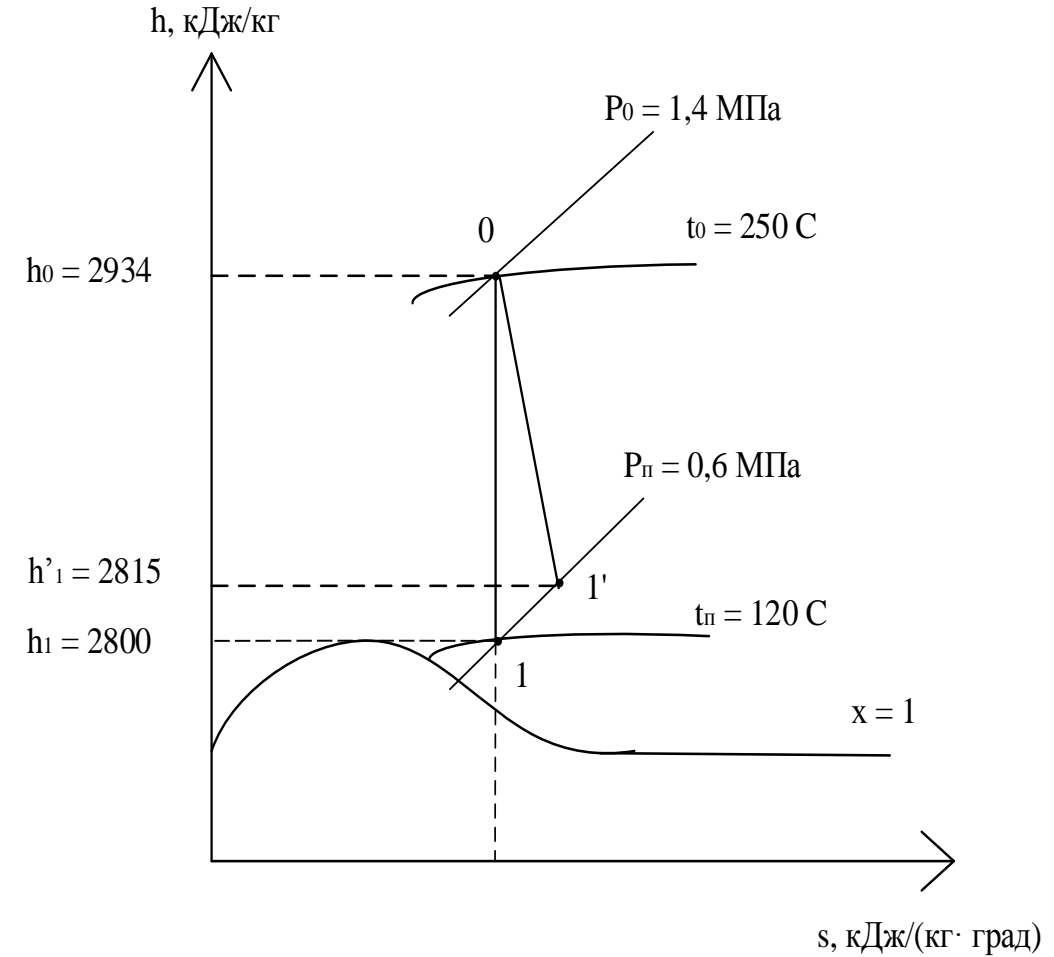
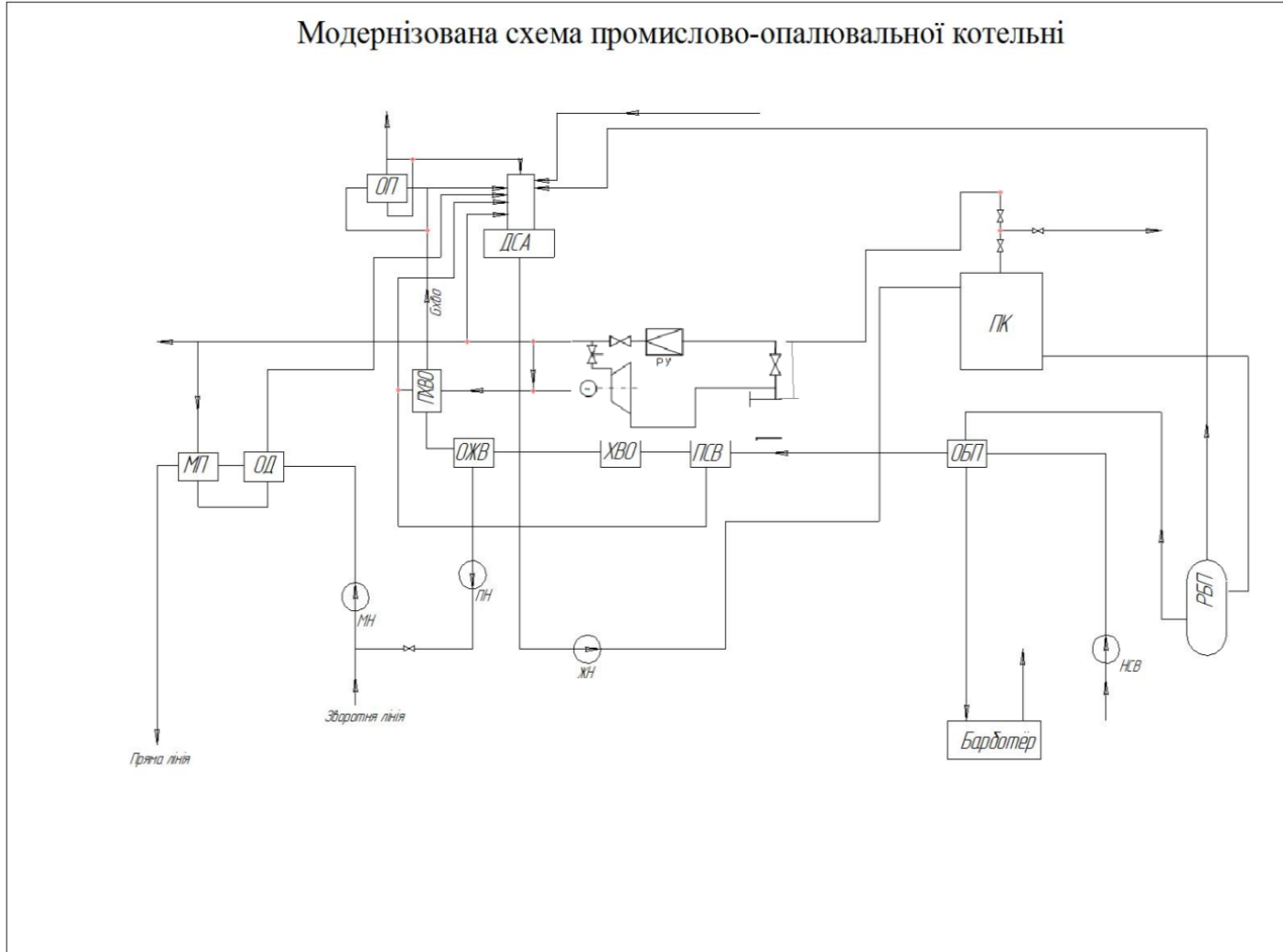
ЦН - циркуляційний насос

НСВ - насос сирі води

ПН - підживлювальний насос



# Теплова схема котельні з паровою турбіною та процес розширення пари в турбіні, кДж/кг



Таблиця 3.13 – Порівняльна таблиця техніко-економічних показників всіх варіантів модернізації схем тепlopостачання

	Існуюча схема	З ТНУ для ГВП	З новими котлами	Котли на вугіллі
Витрата газу, тис. м3/рік	53710	53710	5143	-
Витрата вугілля, тонн/рік	-	-	-	80365,4
Витрата електроенергії, кВт*год/рік	50100000	26075000	-	50105220
Витрати на паливо, млн. грн./рік	719,8	719,8	689,1	573,54
Витрати на електроенергію, млн. грн./рік	140	72,74	140	154,061
Сумарні річні витрати на ПЕР	859,8	792,6	829,1	727,601

Продовження таблиці 3.13

Капіталовкладення, млн.грн	-	158,229	51,28	214,44
Економія коштів, млн.грн	-	67,2	30,7	132,199
Термін окупності, років	-	2,3	1,67	3,52

Отже, з даних показників можна зробити висновок, що найдоцільнішим варіантом модернізації є заміна котлів на сучасні, оскільки при виборі даного варіанту будуть менші витрати палива і набагато менший термін окупності.

# РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ ПРИ ПРИЙНЯТТІ ІНОВАЦІЙНИХ РІШЕНЬ

Таблиця 4 – Трудомісткість поточного ремонту та огляду

Обладнання	К-ть	Поточний ремонт			Огляд		
		К-сть на одиницю облад. рем/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудомісткість люд.год.	К-сть на одиницю облад. огл/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудомісткість люд.год.
Вимикач 110кВ	2	1	20	40	12	2	48
Розеднувач 110кВ	4	1	12	48	12	2	96
Трансформатор 110/10кВ	2	0,33	300	198	12	20	480
Вимикач 10кВ	2	1	16	48	12	1	24
ТМ-630	2	0,33	100	66	12	20	480
Кабельна лінія 35 мм <sup>2</sup> , км	2,11	1	30	63,3	1	11,5	24,26
Кабельна лінія 50 мм <sup>2</sup> , км	0,2	1	46	9,2	1	11,5	2,3
Кабельна лінія 70 мм <sup>2</sup> , км	0,52	1	46	23,92	1	11,5	5,98
Кабельна лінія 185 мм <sup>2</sup> , км	0,5	1	72	36	1	18	9
<b>Разом</b>				<b>516,42</b>			<b>1181,54</b>

Таблиця 5 – Трудомісткість технічного обслуговування і загальна трудомісткість

Обладнання	К-ть	Технічне обслуговування				Загальна трудомісткість обслуговування люд.год.
		Змінність роботи	Коеф. складності	К-ть місяців	Загальна трудомісткість люд.год.	
Вимикач 110кВ	2	2	0,1	12	144	192
Розеднувач 110кВ	4	2	0,1	12	172,8	268,8
Трансформатор 110/10кВ	2	2	0,1	12	2160	2640
Вимикач 10кВ	2	2	0,1	12	76,8	100,8
ТМ-630	2	2	0,1	12	720	1200
Кабельна лінія 35 мм <sup>2</sup> , км	2,11	2	0,1	12	151,92	176,18
Кабельна лінія 50 мм <sup>2</sup> , км	0,2	2	0,1	12	22,08	24,38
Кабельна лінія 70 мм <sup>2</sup> , км	0,52	2	0,1	12	57,4	63,38
Кабельна лінія 185 мм <sup>2</sup> , км	0,5	2	0,1	12	86,4	95,4
<b>Разом</b>					<b>3591,4</b>	<b>4760,9</b>

Таблиця 6 – Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн.	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації обладнання	730997,44	68,9
Витрати на поточний ремонт	54219,01	5,11
Витрати на амортизацію	63536,4	5,98
Інші витрати	212188,21	19,9
Разом	1060941,07	100

Таблиця 7 – Річні витрати активної електроенергії по цехах

Назва цеху	К-сть змін	Тм, год.	Pp, кВт	Ea, кВт·год./рік
Адмінкорпус	3	4500	77,96	350820
Арматурний цех	3	4500	171,47	771615
Формувальний цех	3	4500	351,08	1579860
Цех металоконструкцій	3	4500	142,86	642870
Склад готової продукції	3	4500	90,66	407970
Котельня	3	4500	52,22	237990
Вагова	3	4500	31,95	143775
Разом				4134900

# ВИСНОВКИ

В результаті виконання МКР щодо підвищення ефективності енергоспоживання з урахуванням технологічного процесу Виробничого підприємства «Київське територіальне управління» філія «Центр будівельномонтажних робіт та експлуатації будівель і споруд» Акціонерного товариства «Українська залізниця» на основі проведених розрахунків прийняті такі, наведені нижче, рішення.

Для досягнення даної мети розв'язано такі задачі: приведено основні відомості про досліджуване підприємство та про його систему електропостачання; досліджено існуючу систему тепlopостачання підприємства та розраховано теплову схему парової котельні; розроблено технічні рішення щодо встановлення парової турбіни в котельні підприємства; розглянуто техніко-економічну доцільність реконструкції котельні; розроблено заходи з охорони праці на підприємстві та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

В першому розділі наведено короткий опис технологічних процесів підприємства.

В другому розділі проаналізовано систему електропостачання підприємства в цілому та виробничого цеху. Обрані комутаційно-захисна апаратура та живлячі провідники заводської мережі перевірені на допустимість, та термічну стійкість на основі розрахунку коротких замикань.

В результаті проектних розрахунків виконано здійснено модернізацію котельні шляхом встановлення парової турбіни та шляхом заміни котлів на більш економічні, також проводилась реконструкція котлоагрегатів на спалювання вугілля. Найдоцільнішим варіантом модернізації є заміна котлів на сучасні, оскільки при виборі даного варіанту будуть менші витрати палива і набагато менший термін окупності.

Отже, впроваджені енергозберігаючі заходи на підприємстві сприяють більш ефективному використанню енергоресурсів заводу та підвищенню техніко-економічних показників роботи, тому є доцільними та необхідними.