

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Електротехніка та енергоефективність

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

другий (магістрський) рівень

(рівень вищої освіти)

на тему Підвищення ефективності електроспоживання
ЦГПТЛ ПАТ «Запоріжсталь»

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1419
спеціальності 141 Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

спеціалізації

(код і назва спеціалізації)

освітньої програми 141.00.11 Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

(назва освітньої програми)

Є.В. Чученко

(ініціали та прізвище)

Керівник доц, доц, к.т.н. Світанько М.В.

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

Рецензент

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

Запоріжжя
2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерний навчально-науковий інститут _____
Кафедра електротехніки та енергоефективності
Рівень вищої освіти другий (магістрський) рівень
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)
Освітня програма 141.00.11 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЗМУ
« 16 » 12 2020 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Чученко Євгеній Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Підвищення ефективності електроспоживання ЦПТЛ ПАТ «Запоріжсталь»

керівник роботи Світанько Микола Вікторович к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвердені наказом ЗНУ від « 14 » вересня 20 року № 1305-с

2 Строк подання студентом роботи 01 грудня 2020 р.



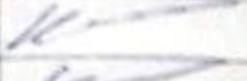
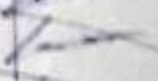


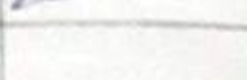

3 Вихідні дані до роботи Споживання електроенергії хвостовою ділянкою БТЛС-1860, поточна вартість електроенергії для промислових споживачів

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Загальні відомості про ПАТ «Запоріжсталь»; Аналіз ефективності споживання електроенергії обладнанням цеху ГПТЛ; Заходи спрямовані на зниження споживання електроенергії обладнанням хвостової ділянки ЦПТЛ;

Охорона праці

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Технологія виробництва продукції, технологічний процес хвостової ділянки БТЛС-1618, показники роботи підприємства, аналіз споживання електроенергії по цехам, схеми прямого та плавного пуску, результати впровадження енергозберігаючих заходів

6 Консультанти розділів роботи


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Світанько М.В., доцент		
Розділ 2	Світанько М.В., доцент		
Розділ 3	Світанько М.В., доцент		
Розділ 4	Світанько М.В., доцент		

7 Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальні відомості про ПАТ «Запоріжсталь»	18.09.2020	
2	Аналіз ефективності споживання електроенергії обладнанням цеху ГПТЛ	10.10.2020	
3	Заходи спрямовані на зниження споживання електроенергії обладнанням хвостової ділянки ЦГПТЛ	10.11.2020	
4	Охорона праці	20.11.2020	

Студент


(підпис)

Є.В. Чученко

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)

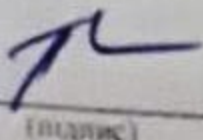

(підпис)

М.В. Світанько

(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер


(підпис)

С.В. Башлій

(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Чученко Є.В. Підвищення ефективності електроспоживання ЦГПТЛ ПАТ «Запоріжсталь»

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, науковий керівник М.В. Світанько. Запорізький національний університет, Інженерний навчально-науковий інститут, 2020.

Пояснювальна записка складається з 79 сторінок, 23 рисунка, 4 таблиці, 19 джерел.

АНОТАЦІЯ. В даній роботі було розглянуто заходи щодо підвищення енергоефективності цеха ГПТЛ за рахунок впровадження енергозберігаючих заходів. Проведено аналіз і техніко-економічне обґрунтування енергозберігаючих заходів для оптимізації роботи хвостової ділянки тонколистового прокатного стану. А саме, впровадження пристрою плавного пуску для насосів оборотного циклу та заміну системи керування приводом конвеєру рулонів з релейно-контактної панелі – двигун на тиристорний перетворювач – двигун.

Ключові слова: ЦЕХ ГПТЛ, ХВОСТОВА ДІЛЯНКА СТАНУ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, НАСОСИ ОБОРотНОГО ЦИКЛУ, ПЛАВНИЙ ПУСК ДВИГУНА, ТИРИСТОРНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Загальні відомості про ПАТ «Запоріжсталь».....	6
1.1 Характеристика ПАТ «Запоріжсталь».....	6
1.2 Виробничі потужності ПАТ «Запоріжсталь».....	7
1.3 Характеристика цеху гарячої прокатки тонкого листа (ЦГПТЛ)..	11
1.4 Технологічний процес БТЛС-1680 та хвостової ділянки стану...	13
2 Аналіз ефективності споживання електроенергії обладнанням цеху ГПТЛ.....	18
2.1 Технічні характеристики БТЛС-1680.....	18
2.2 Аналіз схеми живлення та споживання електроенергії ЦГПТЛ..	19
2.3 Споживання електроенергії та обладнання хвостової ділянки тонколистового стану.....	25
3 Заходи спрямовані на зниження споживання електроенергії обладнанням хвостової ділянки ЦГПТЛ.....	33
3.1 Плавний пуск в роботі насосів оборотного циклу.....	33
3.2 Заміна системи керування електропривода секцій конвеєра рулонів.....	40
3.3 Техніко-економічне обґрунтування прийнятих до розробки заходів.....	46
3.3.1 Техніко-економічний ефект від впровадження пристрою плавного пуску для насосів оборотного циклу.....	46
3.3.2 Визначення економічного ефекту від заміни системи керування двигунами секцій конвеєру рулонів.....	50
4 Охорона праці.....	56
Висновки.....	65
Перелік посилань.....	66
Додаток А.....	69

ВСТУП

Енергозбереження є однією з важливих складових щодо захисту збереження природи та вирішення екологічних проблем. Серед споживачів електричної енергії значну частку займають електродвигуни різної потужності та призначення, що споживають більше половини виробленої енергії. Це означає, що саме тут необхідно шукати можливості енергозбереження.

На даний час проблемою є те, що більшість електродвигунів працюють у нерегульованому режимі, а значить з низькою ефективністю. Як показують дослідження з цього питання, при експлуатації електропривода коефіцієнт завантаження багатьох машин не перевищує 50%. Як наслідок, робота таких приводів в недовантаженому режимі призводить до значних втрат, не враховуючи зниженого значення коефіцієнта потужності, оскільки загальна встановлена потужність асинхронних двигунів у країні складає близько 40...50 млн кВт.

Зрозуміло, що слід очікувати розвиток енергоємних технологій, що вимагатиме підвищення надійності, безаварійної роботи машин і механізмів. У свою чергу це вимагатиме збільшення частки регульованого електропривода. На думку фахівців, використання регульованого електропривода різних механізмів дозволить заощадити понад 46 % енергоресурсів.

На сьогодні промисловість нашої країни потребує активної розробки та широкого застосування методів і способів керування засобами промислового електропривода з метою підвищення енергоефективності.

Енергозбереження – це комплекс заходів, спрямованих на раціональне використання енергетичних ресурсів. У результаті проведення цих заходів знижується потреба в паливно-енергетичних ресурсах на одиницю кінцевого продукту і зменшується шкідливий вплив на навколишнє середовище.

Чорна металургія є найважливішою галуззю важкої промисловості, однією з основних частин фундаменту всього народного господарства країни. Саме для цієї галузі промисловості можливість енергозбереження та енергоефективності є дуже актуальними. Продукція чорної металургії служить основою розвитку машинобудування, металообробки, будівництва, вона широко застосовується і в інших галузях народного господарства. Від об'єму виробництва і якості металу залежить розвиток всього народного господарства.

Відкрите акціонерне товариство металургійний комбінат «Запоріжсталь» – одне з найбільш великих промислових підприємств України. Продукція комбінату добре відома і має попит як у споживачів на внутрішньому ринку так і у багатьох країнах світу. Спеціалізація комбінату - високоякісний сталевий гарячекатаний і холоднокатаний рулон, гарячекатаний і холоднокатаний лист. Споживачами продукції комбінату є підприємства автомобільного, сільськогосподарського, транспортного машинобудування, виробники зварних труб та побутової техніки.

Енергозбереження один з пріоритетних напрямів економіко-технічної політики ПАТ «Запоріжсталь». Воно необхідно бо в країні є проблеми з ускладненнями добутку та підвищенням вартості основних енергоресурсів.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

1.1 Характеристика ПАТ «Запоріжсталь»

Приватне акціонерне товариство металургійний комбінат "Запоріжсталь" – одне з найбільш великих промислових підприємств України.

Продукція комбінату добре відома і має попит як у споживачів на внутрішньому ринку так і у багатьох країнах світу. Спеціалізація комбінату – високоякісний сталевий гарячекатаний і холоднокатаний рулон, гарячекатаний і холоднокатаний лист завтовшки 0,5÷8,0 мм з вуглецевих, низьколегованих, легованих і неіржавіючих сталей, а також сталева стрічка і жерсть.

Комбінат займає стійке положення на ринку, рок за роком просуваючись вгору у списку крупніших виробників сталі. Основні зусилля спеціалістів ПАТ «Запоріжсталь» направлені на освоєння нових ринків та видів продукції, закріплення позитивного іміджу підприємства. Продукція комбінату добре відома більш ніж в 50 країнах світу (Туреччина, Італія, Польща, Росія, Сирія, Ізраїль, Болгарія, Ефіопія, Нігерія та інші), а стратегічним напрямом збутової політики комбінату залишається український ринок. Основою успіху є дотримання та постійне вдосконалення технологічних процесів, висока якість продукції, чітке виконання договірних зобов'язань та орієнтація на потреби ринку. Для підвищення конкурентоспроможності своєї продукції на світових ринках металу, ПАТ «Запоріжсталь» в 2015 році освоїв виробництво сталі з більш високим гарантованим вмістом алюмінію. Нова продукція за своїми технічними характеристиками відповідає вимогам європейського стандарту EN 10025-1: 200. Нова марка стали має попит у європейських виробників трубної продукції, так як підвищує міцність і довговічність оцинкованих труб. Серед споживачів ключовий клієнт комбінату – світова компанія Marcegaglia (Італія).

Споживачами продукції комбінату є підприємства автомобільного, сільськогосподарського, транспортного машинобудування, виробники зварних труб та побутової техніки.

Комбінат «Запоріжсталь» складається з 8 основних та 56 допоміжних цехів, в яких працюють приблизно 11 тис. чоловік.

Щорічно підприємство виробляє більш ніж 3,1 млн т чавуну, 3,8 млн т сталі та 3,1 млн т прокату. Загальна виробнича потужність по виробництву листової сталі – 3,5 млн. т. в рік і 600 тис.т холодногнутих профілів. Показники комбінату у 2019 році 3807,8 тис. т чавуну, 3979,5 тис. т сталі і 3354,0 тис. т прокату.

До складу металургійного виробництва входять 4 основних цеха – агломераційний, доменний, мартенівський та цех підготовки сталерозливних складів. Прокатне виробництво має в своєму складі 4 прокатних цеха – обтискний, цех гарячої прокатки тонкого листа, цех холодного прокатки №1, цех холодного прокатки №3, які необхідні для виробництва гарячекатаної та холоднокатаної листової сталі, сталевої стрічки, білої жерсті та холодногнутих профілів.

Впродовж останніх років керівництво ПАТ «Запоріжсталь» послідовно здійснює комплекс заходів, націлених на підвищення ефективності виробництва, продуктивності праці та енергоефективності.

1.2 Виробничі потужності ПАТ «Запоріжсталь»

Основу структури виробництва продукції на ПАТ «Запоріжсталь» складають:

- 1) агломераційний цех (6 агломашин);
- 2) доменний цех (4 доменні печі);
- 3) мартенівський цех (7 мартенівських печей і 1 двохванний сталеплавильний агрегат);
- 4) цех підготовки складів;
- 5) ливарний цех;

- б) обтискний цех;
- 7) цех гарячої прокатки тонкого листа;
- 8) цех холодної прокатки № 1;
- 9) цех холодної прокатки № 3.

В агломераційному цеху комбінату виробляється основний залізорудний агломерат. Практично всі процеси виробництва агломерату автоматизовані.

Доменне виробництво щорічно виплавляє близько 3,5 млн. т чавуну/рік. Відмінною особливістю чавуну виробництва металургійного комбінату «Запоріжсталь» є низький вміст у ньому сірки і фосфору.

Виробництво мартенівського цеху становить близько 4,0 млн. т сталі/рік. Мартенівські печі використовують природний газ. Сталь продувається киснем і аргоном. Виплавляється сталь розливається в злитки масою до 18,6 тон, які використовуються для виробництва листового прокату.

Ливарне виробництво є базою для отримання литих заготовок запчастин і змінного металургійного устаткування для цехів комбінату і сторонніх споживачів, до складу якого входить спеціалізоване відділення з виробництва виливниць. Проектна потужність відділення виливниці – 360 тис. т/рік.

Цех гарячої прокатки тонкого листа виробляє гарячекатаний прокат в листах і рулонах товщиною від 2,0 до 8,0 мм. Цех гарячої прокатки тонкого листа оснащений агрегатами для забезпечення постачання прокату в листах і рулонах. Безперервний тонколистовий стан "1680" максимальної виробничою потужністю 3,7 млн т. на рік призначений для виробництва гарячекатаних смуг завтовшки 1,5-8,0 мм, шириною 860-1500 мм, масою рулону до 16 т. Також цех має свою дільницю обробки та відвантаження з агрегатами для поперечного та поздовжнього різання металу.

На трьох профілів агрегатах відділу гнутого профілю цеху гарячої прокатки тонкого листа виробляється більш ніж 500 типорозмірів

холодногнутих профілів з вуглецевих і низьколегованих марок сталі товщиною від 1,0 до 8,0 мм і з шириною розгортки профілю до 1440 мм.

Цех холодної прокатки №1 виробляє холоднокатаний плоский прокат завтовшки від 0,5 до 2,0 мм, шириною від 850 до 1500 мм в листах завдовжки до 4000 мм і в рулонах масою до 16 т, а також холоднокатану стрічку товщиною від 0,2 до 2,0 мм.

У цеху холодної прокатки №1 на безперервному чотирехклетьєвому стані «1680», двох одноклетьєвих реверсивних станах «1680» і «1200» і двох безперервних вузькосмугових чотирехклетьєвих станах, двадцатівалковом стані "1700" і двох безперервних вузькосмугових чотирехклетьєвих станах «450» і «650» проводиться холоднокатаний прокат з вуглецевої і низьколегваної сталі. Цех оснащений засобами для дресирування, поперечного різання і подовжнього розпуску, що забезпечують постачання холоднокатаного прокату товщиною від 0,2 до 2,0 мм, шириною від 10 до 1500 мм і довжиною листа до 3950 мм, а також рулонів масою до 15 т.

Цех холодної прокатки №3 на стані «2800» виробляє холоднокатаний лист завтовшки від 1,5 до 5,0 мм, шириною 1000-2300 мм і довжиною до 3500 мм з вуглецевих марок сталі. У складі цеху є спеціалізоване відділення з виробництва шліфованих і полірованих листів і рулонів. Максимальна виробнича потужність по гарячекатаному прокату – до 3,7 млн. т, по холоднокатаному прокату – 1,1 млн. т, по холодногнутому профілю – до 500 тис. т.

Технологія виробництва продукції та роль кожного з цехів в ній представлені на рисунку 1.1.

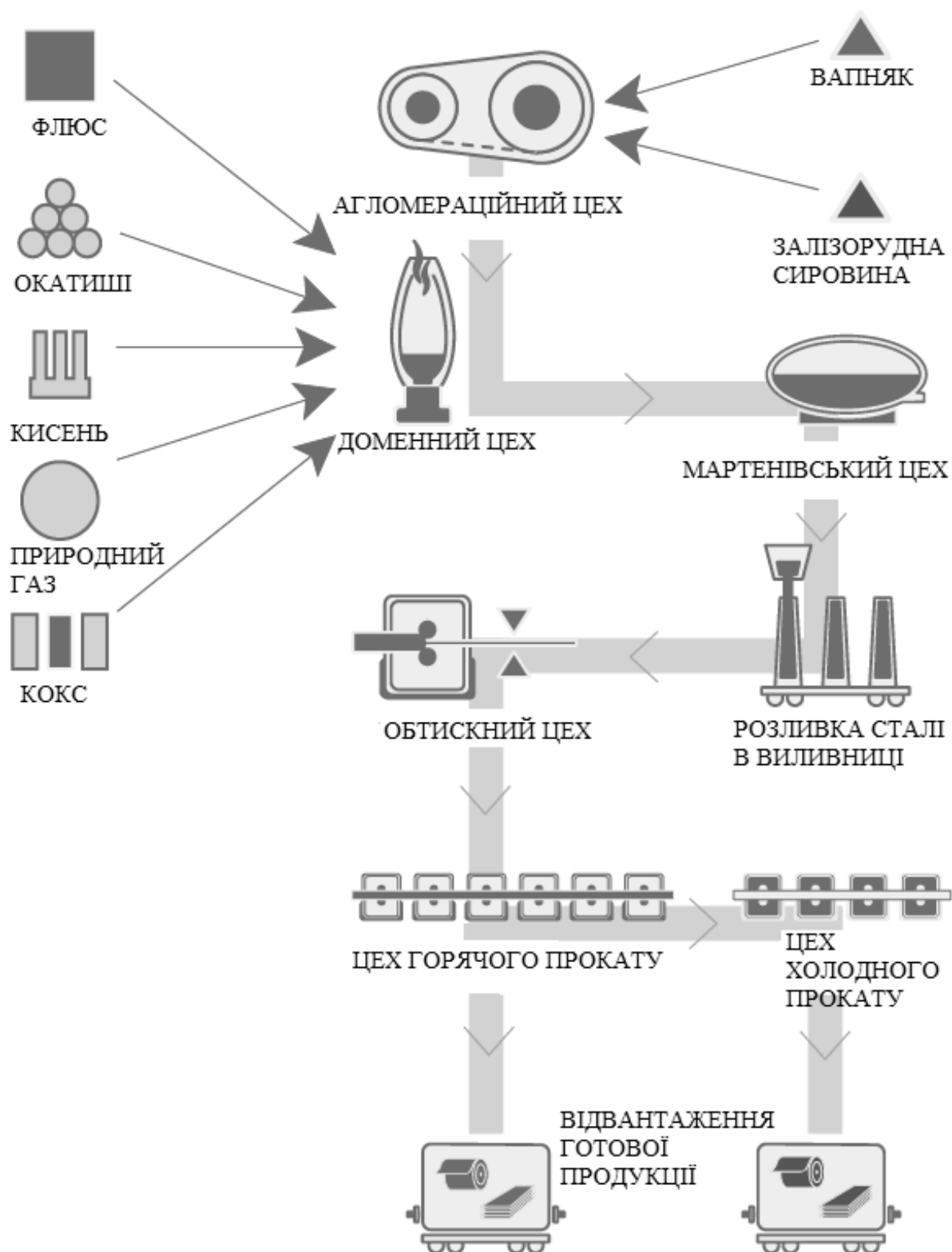


Рисунок 1.1 – Технологія виробництва продукції

1.3 Характеристика цеху гарячої прокатки тонкого листа (ЦГПТЛ)

В технологічному процесі всього металургійного комбінату «Запоріжсталь» невід'ємну частину займає цех гарячої прокатки тонкого листа (ЦГПТЛ).

Даний цех оснащений агрегатами для забезпечення поставки прокату в листах та рулонах. Безперервний тонколистовий стан гарячої прокатки «1680» (БТЛС-1680) промисловою потужністю 3,5 млн тон на рік виробляє смуги товщиною 1,5 – 9,0 мм, шириною 900 – 1500 мм, масою рулону до 16т.

Також до складу ЦГПТЛ входить відділ гнутого профілю. На трьох агрегатах даного відділу виробляється більш ніж 500 сортових та спеціальних фасонних профільорозмірів гнутих профілів з вуглецевих, низьколегованих і неіржавіючих сталей з товщиною стінки від 1,0 до 8,0 мм та з шириною розгортання профілю до 1500 мм.

В даний час на БТЛС-1680 прокатуються смуги одинарної маси (до 8 тон) та подвійної маси (до 16 тон). Основна частка металу прокатується транзитом тобто минаючи нагрів в методичних печах. Приблизно 5 – 7% прокатується після нагріву в печах. Сляби двійної маси прокатуються виключно транзитом.

Для забезпечення прокатки за схемою злиток – сляб – рулон виконана модернізація чорнових клітей: встановлені регульовані приводи на клітях ДУО, №3 та №4, а також система автоматичної перебудови механізмів чорнової ділянки стану.

Також слід зазначити, що мінімум один рулон з плавки металу вилучається для взяття проби якості сталі та відповідності розмірів смуги. При невідповідності параметрів дана плавка вилучається та переплавляється.

До складу цеху входять:

- Дільниця методичних нагрівальних печей.
- Дільниця стана БТЛС-1680 (в тому числі безпосередньо

тонколистовий стан та його хвостова частина).

- Дільниця підготовки виробництва.
- Гаряча листообробка, яка включає в себе ряд агрегатів для порізки рулонів на листи необхідних розмірів.

ЦГПТЛ включає в себе наступне основне обладнання:

- Методичні печі (№ 1, 2, 3, 4).
 - Безперервний тонколистовий стан гарячої прокатки 1680 у складі:
 - чорнова кліть зламування окалини (кліть ДУО);
 - чорнова група клітей (кліті №1, 2, 3, 4);
 - рольганги між клітями;
 - намотувальний пристрій «Койл-бокс»;
 - кінцеві ножиці;
 - чистова кліть зламування окалини (кліть FSB);
 - чистова група клітей (кліті №5, 6, 7, 8, 9, 10);
 - рольганг, що відводить від кліті №10 («старий» гарячий рольганг);
 - рольганг, що підводить до моталок («новий» гарячий рольганг);
 - установка охолодження смуги;
 - моталки (№1-3 та №4-6);
 - конвеєр рулонів.
 - Агрегат періодичного травлення – законсервований у 2010 році.
 - Агрегат поперечного різання (АПР-1) – законсервований з 2010 року.
 - Агрегат поперечного різання (АПР-2).
 - Агрегати поздовжнього різання (АПР-3 та АПР-4).
- А також відділ гнутого профілю, який включає в себе три профілезгинальних агрегати (ПГА 1-4; ПГА 2-7; ПГА 1-4а).

1.4 Технологічний процес БТЛС-1680 та хвостової ділянки стану

Основою одиницею технологічного процесу ЦГПТЛ є стан БТЛС-1680. Стан як початкову заготовку використовує катані сляби вуглецевих низьколегованих марок сталей, виплавлених в мартенівській печі та оброблені в обтискному цеху розмірами: товщина – від 105 до 168 мм; ширина – від 1000 до 1500 мм та довжиною до 9,5 м.

За технологічним процесом ці сляби потрібної температури приходять одразу з обтискного цеху. Якщо ж сляб охолоджений, то його транспортують по верхньому пічному рольгангу до печей №1, 2, 3, 4. Після цього по нижньому пічному рольгангу та рольгангу перед кліттю ДУО нагрітий сляб транспортується безпосередньо до кліті ДУО, потім по рольгангу за кліттю ДУО до чорнових клітей №1, 2, 3, 4. Обтискання слябу розпочинається з першої кліті чорнової групи. Обтискання кромки прокату проводиться у вертикальних валках, встановлених перед клітцями №2, 3, 4, на величину від 4 до 23 мм. Температура прокату за 4 кліттю має бути в межах заданих в технологічній карті для забезпечення температури кінця плющення смуг в заданих межах. У чорновій групі прокат одночасно знаходиться тільки в одній кліті, тому швидкість прокатки в чорнових клітках нерегульована.

Збив окалини при плющенні смуг 1, 2, 3 груп марок сталей із слябів, нагрітих в методичних печах, проводиться усіма колекторами води високого тиску при роботі трьох насосів. Тиск води при збитті окалини з поверхні смуг, що прокатують, при одночасній роботі усіх колекторів має бути не менше 80 атмосфер. Збиття окалини повинне забезпечити повне її видалення з поверхні слябів та розкатів.

Після цього смуга поступає на койл-бокс. Це моталка для змотування і розмотування проміжного прокату на смуговому стані гарячого плющення. Розташовується вона перед чистою групою клітей. Койл-бокс допускає розширення сортаменту на існуючих смугових станах гарячого плющення і

підвищення якості готової продукції. Потім прокат з чорнової групи поступає до летючі ножиці для обрізання переднього і заднього кінця.

Після обрізки на ножицях переднього кінця розкат проходить через чистовий зломлювач окалини (кліть FSB), що забезпечує обтиснення до 5%. Така величина обтиснення цілком достатня для виламування шару вторинної окалини.

Далі розкат поступає по рольгангу в наступні шість клітей чистової групи з додатковим обладнанням, де проводиться її плющення до потрібної товщини. Залежно від довжини смуги і відстані між клітьями полоса прокатується одночасно в двох або більше клітьях чистової групи. Практично при прокатці слябів подвійної довжини розкат знаходиться одночасно у всіх клітьях чистової групи.

Слід також зазначити, що смуги по довжині мають неоднакову товщину. Наявність поздовжньої різнотовщинності призводить до додаткової втрати металу або в разі, якщо різнотовщинність вище допусків, до браку. Фактичне граничне відхилення по ширині не повинно перевищувати + 20 – 30 мм. Відхилення від площинності смуг товщиною від 2,0 до 3,9 мм не повинно перевищувати 15 мм, а для смуг товщиною від 4,0 до 9,0 мм – 12 мм на довжині 1 м сталі, що поставляється в листах.

Обтиснення виконується за допомогою натискного пристрою (правого і лівого), які створюють потрібний розчин між робочими валками. Натискні пристрої розташовані на кожній з 6 клітей, вони хоч і відносяться до другорядного обладнання але відіграють одну з найважливіших завдань. Після кожної з клітей проводиться гідрозбив окалини з смуги.

При прокаті слябів відбувається викид пилу і дрібної окалини в середовище, що б ці шкідливі речовини не забруднювали повітря та обладнання цеху на чистової ділянці встановлено два потужних вентилятора відсмоктування пилу №17, 17а.

Після прокатки в чистовій групі смуга транспортується до хвостової частини стану. Ця ділянка починається з рольгангу, що відводить смугу від

останньої десятої кліті («старий» гарячий рольганг). Цей рольганг займає важливе місце в технології прокатки гарячої смуги та є невід'ємною частиною стана НТЛС-1680. Рольганг відноситься до транспортуючого устаткування технологічної лінії ЦГПТЛ. Його зупинка призводить до підвищення аварійності в цеху і зрештою знижується продуктивність усього цеху та виробництва в цілому. Далі смуга поступає на рольганг, що проводить її через установку охолодження смуги (за допомогою якої досягається необхідна за технологією температура смуги) та підводить до моталок. Лінія охолодження смуги має велике значення в технології прокаті гарячекатаних смуг, тому що при невідповідності температури змотування рулонів заданій, метал відправляється у брак. Для роботи лінії охолодження смуги задіяні насоси оборотного циклу.

Моталка в прокатному виробництві, машина для згортання прокатаного металу в рулони, яка забезпечує потоковість виробництва і високу продуктивність стану. В технологічний процес цеху входить застосування двох видів моталок. Перші з них моталки №1-3, які використовуються для намотування подвійних смуг довжиною близько 800 метрів та вагою приблизно 15 тон. А також моталки № 4-6 для намотування одинарних смуг довжиною приблизно довжиною 400 метрів та вагою 10 тон.

Від моталок по 1-ій секції конвеєру готовий рулон транспортується до підйомно-поворотного столу №1 (ППС-1), де піднімається на висоту 550 мм і в залежності від призначення рулону повертається вправо або вліво на 90 градусів. Для подальшого переділу в ЦГПТЛ та ЦХП-3 транспортується по секціям № 2, 3, 4 конвеєру та таким чином поступає на прийомний рольганг до прольоту складу рулонів.

Рулони, які призначені для подальшого переділу в ЦХП-1 після ППС-1 по 5-ій секції конвеєру рулонів транспортуються до підйомно-поворотного столу №2 (ППС-2), яким встановлюються на ланцюги 8-ої секції конвеєра. Ділі транспортування до ЦХП-1 виконується за допомогою

великих секцій № 9, 10, 11, перехідних секцій № 8, 9, 10, 11 та поворотних рольгангів.

Одним з останніх механізмів встановлених на хвостовій ділянці тонколистового стану 1680 є пристрій для передачі рулонів з 1-ої секції конвеєру одразу на прийомний рольганг прольоту складу рулонів. Слід зазначити, що за допомогою його встановлення скоротився час доставки рулонів до ділянки відвантаження з подальшим їх експортом. Також встановлення пристрою передачі рулонів частково вивело з технологічного процесу роботу секцій № 2, 3, 4 конвеєру рулонів, час роботи яких значно скоротився.

Окрім цього до механізмів хвостової ділянки прокатного стану 1680 відносять дві установки правки витків рулонів. Перша з них була встановлена на прийомному рольгангу для відправлення більш якісних рулонів на експорт. Друга була встановлена на 5-ій секції конвеєру рулонів для передачі більш якісних рулонів до ЦХП-1.

Також до технологічного процесу можна віднести те, що 2-3 рази на місяць відбуваються поточні ремонти БТЛС-1680. Тривалість цих ремонтів в основному не більше доби та один раз на рік проходить капітальний ремонт тривалість якого складає приблизно 10 днів.

Також слід зазначити, що мінімум раз на зміну відбувається перевалка робочих валків клітей чистової групи прокатного стану тривалість якої від 20 до 40 хвилин. Цей захід потрібен для заміни робочих валків, так як при обтисненні металу створюються великі зусилля і значний термічний вплив на валки від чого з часом вони стають не придатні для подальшого застосування.

Технологічний процес хвостової ділянки тонколистового стану 1680 представлений на рисунку 1.2

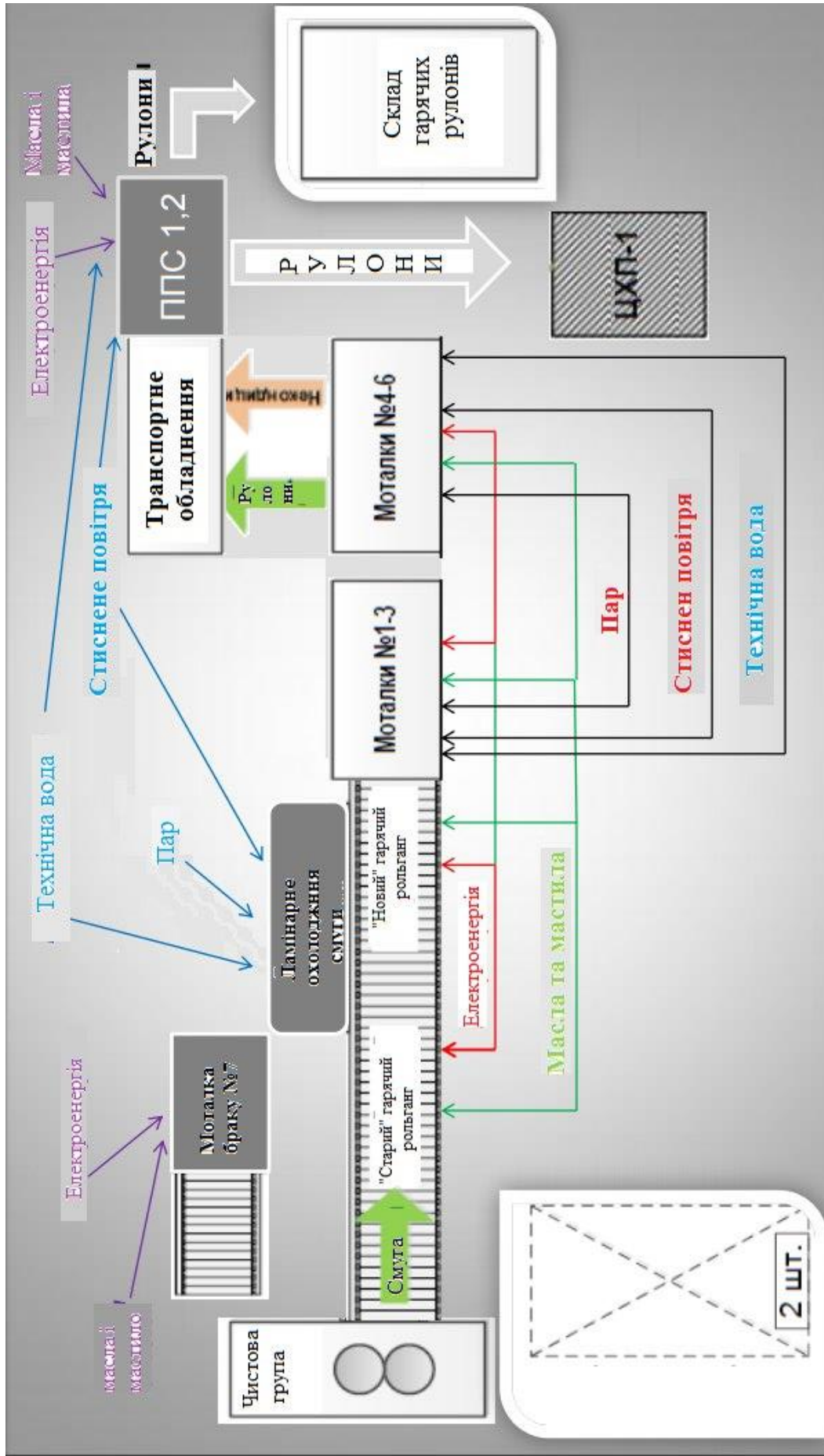


Рисунок 1.2 – Технологічний процес хвостової ділянки БТЛС-1680

2 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ОБЛАДНАННЯМ ЦЕХУ ГПТЛ

2.1 Технічні характеристики БТЛС-1680

Безперервний тонколистовий стан гарячої прокатки 1680 виготовлений фірмою «Юнайтед» у 1937 році. Його призначення це прокат смуг з різних марок сталі товщиною від 1,5 до 8,0 мм та шириною від 900 до 1500 мм. БТЛС-1680 складається з двох груп клітей – чорнової та чистової. Чорнову групу складають: одна двохвалкова кліть, чотири чотирьохвалкові кліті (№1, 2, 3, 4) та три вертикальні кліті (еджери №1, 2, 3). До складу чистової групи входять: одна двохвалкова кліть та шість чотирьохвалкових клітей (№5, 6, 7, 8, 9, 10). А також летючі ножиці 28 × 1550 мм для обрізу переднього та заднього кінців смуги перед чистовою групою.

Моталки №1-3 – ролико-барабанні. Товщина смуг, що змотуються від 1,5 до 8 мм. Ширина смуг, що змотуються від 720 до 1500 мм. Максимальна вага рулону 1600 кг, зовнішній діаметр – від 900 до 1600 мм. Швидкість змотування смуги дорівнює 6 – 15 м/с. Моталки №4-6 – ролико-барабанні. Товщина смуг, що змотуються від 1,8 до 6 мм, а ширина від 600 до 1470 мм. Максимальна вага рулону – 7500кг.

Конвеєр рулонів: швидкість руху ланцюгів конвеєра від 4,5 до 9 м/хв; кількість ланцюгів - 2. Підйомно-поворотний стіл №1: час повороту столу на 90° дорівнює 7,5 секунд; вантажопідйомність столу 25 тон; швидкість задачі рулону на стіл від 4,5 до 9 м/хв. Підйомно-поворотний стіл №2: час повороту столу на 90° дорівнює 7секунд; вантажопідйомність столу 16 тон; швидкість секції конвеєра від ППС-1 до ППС-2 (5-ої секції) дорівнює від 3 до 6 м/хв.

Максимальна швидкість стану складає 9,3 м/хв. Проектна продуктивність складає 3,540 тис.т. в рік. На рисунку 2.1 зображені показники роботи БТЛС-1680 за останні роки.

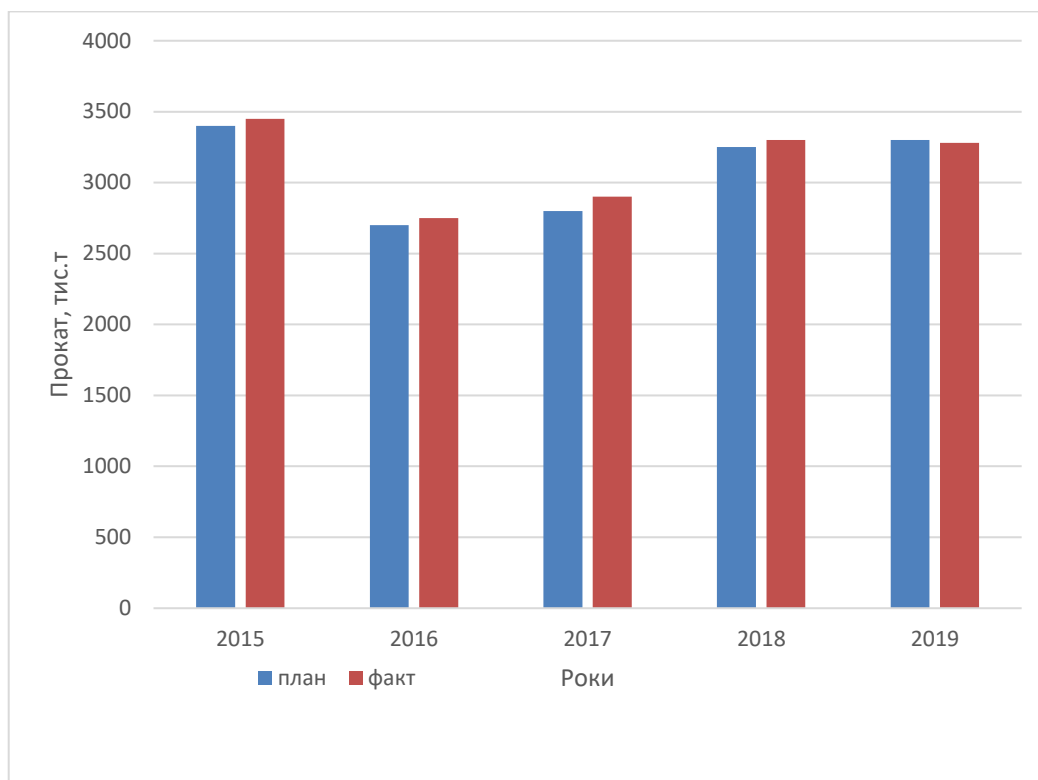


Рисунок 2.1 – Графік планових та фактичних показників прокату
БТЛС-1680

2.2 Аналіз схеми живлення та споживання електроенергії ЦГПТЛ

Електрозабезпечення ЦГПТЛ здійснюється від підстанцій М1, М2, М3, М4 цеху мереж та підстанцій (ЦМП). Схема живлення цеху гарячої прокати тонкого листа представлена на рисунку 2.3.

Основними споживачами електроенергії ЦГПТЛ є чистові кліті 5-10 . Встановлена потужність кожного з двигунів приводу чистової групи AMZ-1600FF складає 7000кВт. Витрати електроенергії клітями чистової групи складає від 42 до 45% (в залежності від сортаментів металу) від загального. Необхідно звернути увагу, що у якості джерела живлення даних двигунів використовуються сучасні частотні перетворювачі типу ACS6000S виробництва концерну АВВ.

Другою групою обладнання, що споживає від 42 до 46% загальної кількості електроенергії є кліті чорнової групи ДУО - 4 з допоміжними механізмами чорнової та чистової груп, ножицями, еджерами, натискними

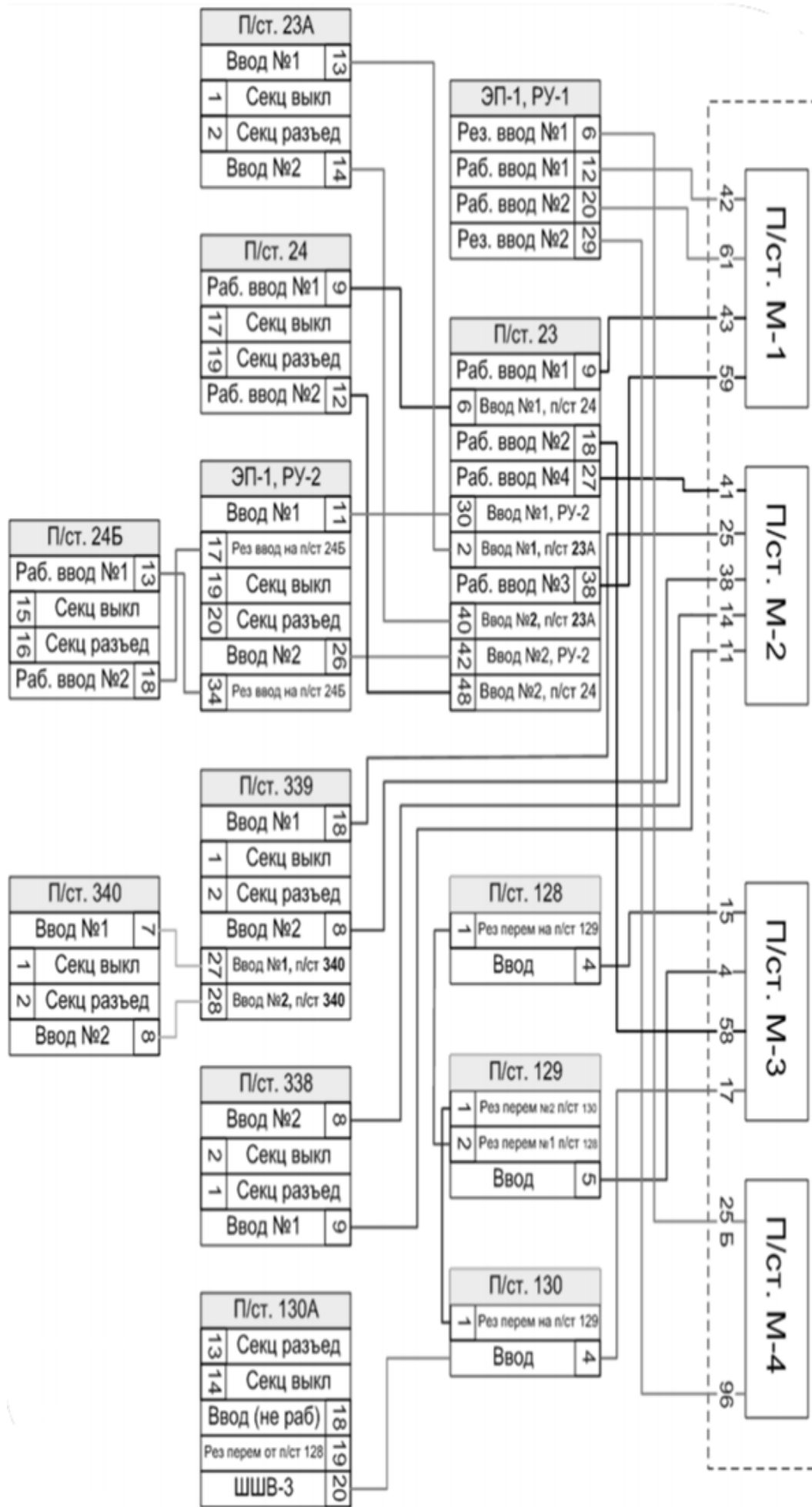
пристроями, рольгангами, системами вентиляції і кондиціонування, обладнання Койл-боксу, моталок, насосів охолодження валків 1-3 стану, насоси високого тиску 1-4, насос оборотного циклу чорнової групи НОЦ-4, підстанція 27, освітлення цеху, частина кранових тролей цеху та інше.

Дільниця хвостової частини стану БТЛС-1680 є найменш затратною з інших по споживанню електроенергії. Проте є такі вузли механізмів, на яких можливо вводити заходи щодо зменшення затрат на електроенергію.

Слід врахувати, що практично всі основні механізми БТЛС-1680 переведені на джерела живлення типу перетворювачів частоти і тиристорного електроприводу, які забезпечують економічність.

Основними живлячими підстанціями цеху (рисунок 2.2) є :

- Підстанція 23 - 49 фідерів.
- Підстанція 231 - 39 фідерів - РУ1.
- Підстанція 231 - 37 фідерів - РУ2.
- Підстанція 128 - 12 фідерів.
- Підстанція 129 - 10 фідерів.
- Підстанція 130-130А - 19 фідерів.
- Підстанція 23А - 36 фідерів.
- Підстанція 24 - 21 фідер.
- Підстанція 24Б - 27 фідерів.
- Підстанція 338 - 22 фідера.
- Підстанція 339 - 32 фідера.
- Підстанція 340 - 22 фідера.



Один з основних показників ефективності виробництва прокату ЦГПТЛ є залежність витрат електричної енергії на виготовлення однієї тони готової продукції.

Графік залежності витрат електроенергії на тону продукції представлений на рисунку 2.3.

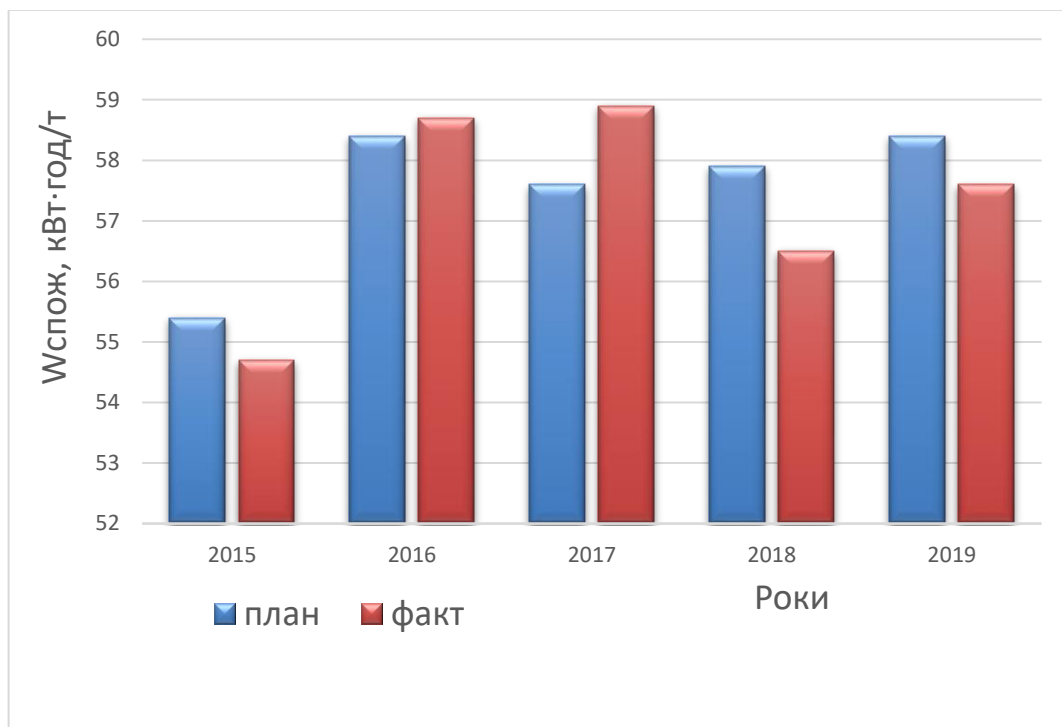


Рисунок 2.3 – Залежність витрат електроенергії на 1 тону продукції

Цех гарячої прокатки тонкого листа є одним з найбільших по витратам на використання електричної енергії на ПАТ «Запоріжсталь». ЦГПТЛ поділяється на декілька ділянок.

До основних ділянок цеху можна віднести:

- 1) безперервний тонколистий стан 1680;
- 2) ділянка підготовки виробництва (ДПВ);
- 3) ділянка обробки та відвантаження продукції.

На рисунку 2.4 можна побачити графік споживання електроенергії по основним ділянкам цеху.

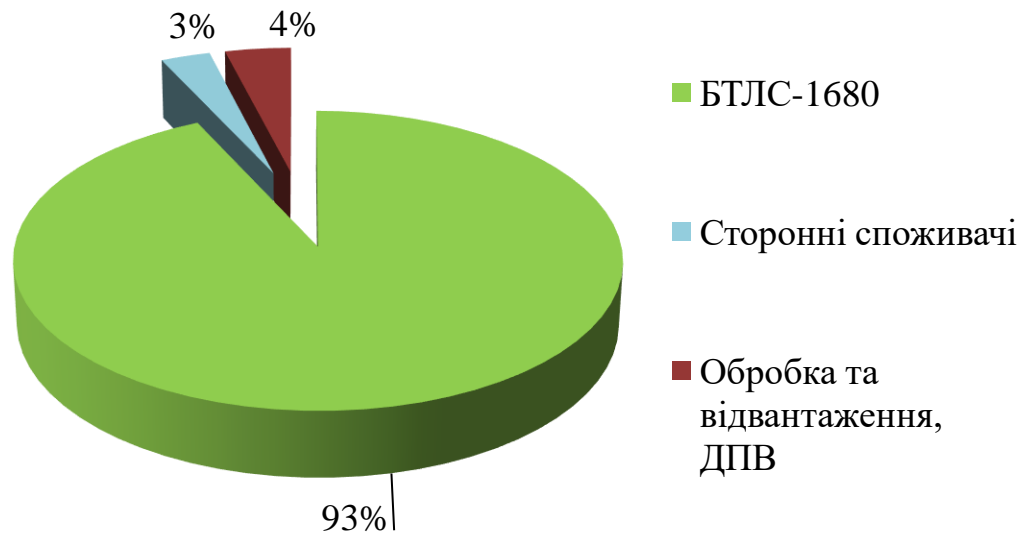


Рисунок 2.4 – Графік споживання електроенергії ділянками цеху

З діаграми (рисунок 2.4) робимо висновок, що основним споживачем електричної енергії цеху є прокатний стан БТЛС - 1680 так як він споживає до 93 % електричної енергії. Це можна пояснити тим що він працює майже безперервно і на ньому виготовляється великий об'єм продукції в порівнянні з іншими ділянками цеху, які працюють від замовлення або є менш енергоємними.

Безперервний тонколистовий стан 1680 в свою чергу складається з трьох основних ділянок споживання електроенергії:

- 1) Чорнової ділянки.
- 2) Числової ділянки.
- 3) Хвостової ділянки.

На рисунку 2.5 приведені процентні співвідношення споживання електроенергії по ділянках БТЛС-1680, а на рисунку 2.6 споживання по добам місяця.

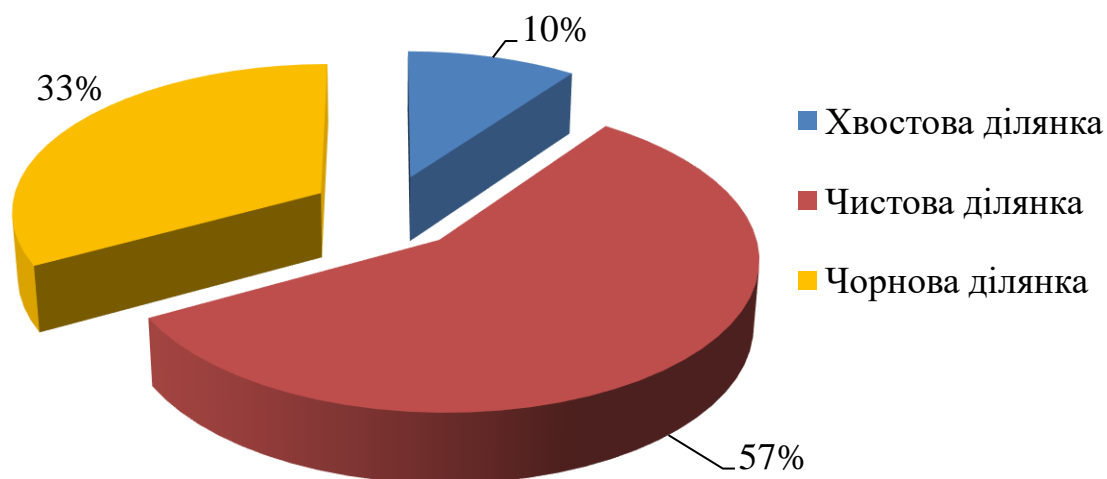


Рисунок 2.5 – Співвідношення споживання електроенергії по ділянкам БТЛС-1680

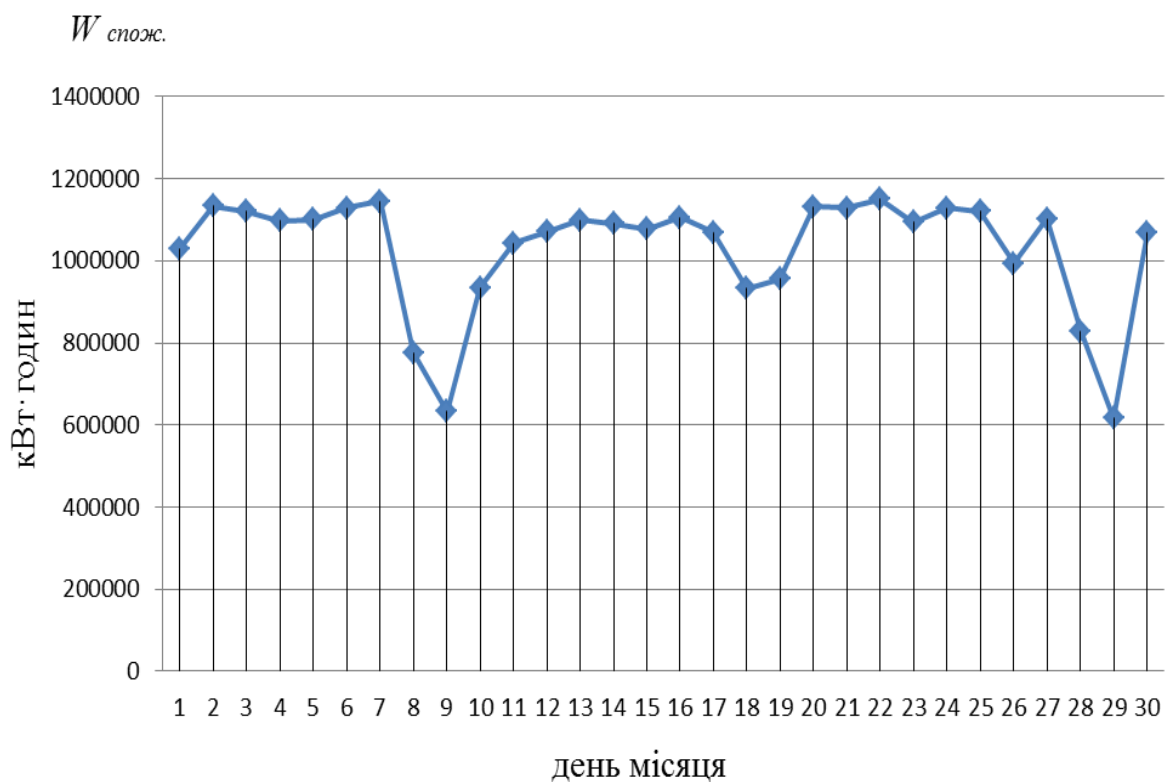


Рисунок 2.6 – Графік споживання електроенергії по добам за листопад 2019 року

2.3 Споживання електроенергії та обладнання хвостової ділянки тонколистового стану

До складу хвостової частини безперервного тонколистового прокатного стану 1680 входять наступні вузли обладнання:

- старий гарячий рольганг (або рольганг, що відводить від 10 кліті);
- новий гарячий рольганг;
- лінія охолодження смуги (або ламінарне охолодження смуги)
- моталки № 1, 2, 3 з кантувачем рулонів, прийомними теліжками, підйомниками рулонів, конвеєром та балкою, яка передає рулон на 1-шу секцію НКР;
- моталки № 4, 5, 6 з кантувачем рулонів;
- конвеєр, що відводить (або перша секція конвеєру рулонів);
- підйомник рулонів з 1-ой секції конвеєру;
- підйомно-поворотний стіл №1 (ППС-1);
- підйомно-поворотний стіл №2 (ППС-2);
- конвеєр тонколистового цеху (секції 2-4 з переходами та поворотними рольгангами);
- прийомний рольганг (з електронною системою зважування рулонів);
- п'ята секція конвеєру (секція між ППС-1 та ППС-2);
- пристрої для правки витків рулонів;
- конвеєр до цеху холодної прокатки №1 (конвеєр ЦХП включає в себе секції № 8, 9, 10, 11 з переходами та поворотними рольгангами).

До складу хвостової частину тонколистового стану ЦГПТЛ входить велика кількість електрообладнання. Перелік обладнання та деякі його характеристики представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Електрообладнання хвостової ділянки БТЛС-1680

Механізм	Електродвигун			Джерело живлення	Встановлена потужність
	Тип	Потужність	Кількість		
1	2	3	4	5	6
Старий гарячий рольганг (6 секцій)	АРФ-53/8	2,5	231	Перетворювач частоти Transresch тип VCI-RP 400/425 - 2 штуки на кожну групу+1 резервний	577,5
Новий гарячий рольганг (5 секцій)	АРМ-53/8	2,5	290	Перетворювач частоти Transresch тип VCI-RP	725
НОЦ 1-5	А4-400Х-8УЗ	250	5		250
Направляючі лінійки НГР	МТКН-312-8	11	2	Панель з контакторами	22
Барабан моталок 1-3	П2-800-175-8У4	710	3	КТЕ-1600/440 (роб./рез.)	2130
Верхній ролик, що тягне мот. 1-3	П2-500-141-5У4	160	3	КТЕ-800/440 (роб./рез.)	480
Нижній ролик, що тягне мот.1-3	П2-400-124-5У4	250	3	КТЕ-800/440	750
Формуючі ролики моталки 1-3	Д806	22	12	КТЕ800/220 - роб. КТЕ900/440 - рез.	264
Кантувач рулонів 1-3	МССА-8	20	3	Панель з контакторами	60
Конвєр рулонів у мот.1-3	Д-812/35	35	2	2 КТЕ	70

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
Вентилятори обдування двигунів мот. 1-3	4AM200 M6Y3	22	3	Панель з контакторами	66
Дренажний насос №1 мот.№1-3	4AM200 M4Y3	37	1	Панель з контакторами	37
Комп. обв'язувальних машин №1, 2	ДА7207 LPB81P Z	22	2	Компресор Voge	44
НАС мот. 1-3. Насос №242	5AM250 S4УПУ3 75	75	1	Панель з контакторами	75
НАС мот. 1-3. Насос №243	5AM250 S4УПУ3 75	75	1	Панель з контакторами	75
НАС мот. 1-3. Насос №244	5AM250 S4УПУ3 75	75	1	Панель з контакторами	75
НАС мот. 1-3. Насос №245	5AM250 S4УПУ3 75	75	1	Панель з контакторами	75
НАС мот. 1-3. Насос №246	5AM250 S4УПУ3 75	75	1	Панель з контакторами	75
НАС мот. 1-3. Насос №60	5AM250 S4УПУ3 75	75	1	Панель з контакторами	75
НАС мот. 1-3. Насос №61	5AM250 S4УПУ3 75	75	1	Панель з контакторами	75
НАС мот. 1-3. Насос №62	5AM250 S4УПУ3 75	75	1	Панель з контакторами	75
Бар. мот 4-6	МП-82	100	3	КТЕ-800/440 (роб./рез.)	300

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
Ролики, що тягнуть мот. 4-6	МП-72	75	3	КТЕ-800/440 загальний для тягнучих та формуючих роликів	225
Формуючі ролики моталки 1, 4(мот. 4-6)	МП-42	16	6	КТЕ-800/440 загальний для тягнучих та формуючих роликів	96
Формуючі ролики моталки 2, 3(мот. 4-6)	Д-806	22	6	КТЕ-800/440 загальний для тягнучих та формуючих роликів	132
Механізм переміщен ня барабану мот4-6	МТК- 22/6	7,5	1	Панель з контакторами	22,5
Лінійки перед мот. 4-6	АР-53/8	2,5	1	Панель з контакторами	7,5
Перекидач рулонів	МП-62	46	1	Панель контакторна	46
Переміщен ня кантувача	МП-72	75	1	Панель з контакторами	75
НКР секція 1	МП-72	75	1	Панель з контакторами	75
НКР секція 2	Д-814	110	2	Панель з контакторами	220
НКР секція 3	Д-814	110	2	Панель з контакторами	220
НКР секція 4	Д-814	110	2	Панель з контакторами	220
НКР секція 5	МП-72	75	1	Панель з контакторами	75
НКР секція 8	Д-814	110	1	КТЕ-800/220 (роб./рез.)	110
НКР секція 9	МП-72	75	1	Панель з контакторами	75
НКР секція 10	МП-72	75	1	Панель з контакторами	75

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
Друга перехідна секція	МТКН-412/8	22	1	Панель з контакторами	22
Сьома перехідна секція	МТКН-412/8	22	1	Панель з контакторами	22
Восьма перехідна секція	МТКН-412/8	22	1	Панель з контакторами	22
Дев'ята перехідна секція	МТКН-412/8	22	1	Панель з контакторами	22
Десята перехідна секція	МТКН-412/8	22	1	Панель з контакторами	22
Одинадцята перехідна секція	МТКН-412/8	22	1	Панель з контакторами	22
Дванадцята перехідна секція	МТКН-412/8	22	1	Панель з контакторами	22
Тринадцята перехідна секція	МТКН-412/8	22	1	Панель з контакторами	22
1-ий поворот	АРФ-43-6	1,1	36	Панель з контакторами	39,6
2-ий поворот	АРФ-43-6	1,1	22	Панель з контакторами	24,2
3-ий поворот	АРФ-43-6	1,1	26	Панель з контакторами	28,6
5-ий поворот	АРМ-64/8УЗ АРФ-53-6	3,6 2,5	4 18	Панель з контакторами	14,4 45
Приймальний рольганг секція 1	АОП АРМ-53/8УЗ	1,7 2,5	5 9	Панель з контакторами	8,5 22,5

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
Приймальний рольганг секція2	АРМ-53/8УЗ	2,5	8	Панель з контакторами	20
Приймальний рольганг секція3	АРМ-64/8УЗ	3,6	12	Панель з контакторами	43,2
Приймальний рольганг секція4	АРМ-53/8УЗ	2,5	12	Панель з контакторами	30
Приймальний рольганг секція5	АРМ-53/8УЗ	2,5	10	Панель з контакторами	25
Приймальний рольганг секція6	АРМ-53/8УЗ	2,5	11	Панель з контакторами	27,5
Приймальний рольганг секція7	АРМ-53/8УЗ	2,5	10	Панель з контакторами	5
Підйомник рулонів	П200/800УХЛ	200	1	КТЕ-500/440 1 робочий та 1 резервний	200
Переміщення балки	Д806У2	22	1	КТЕ-200/220 робочий та резервний	22
Балки підйомн. рулонів	Д806У2	22	1	КТЕ-200/220 робочий та резервний	22
ППС-1 поворот	КПВН-5Ш	50	1	Панель з контакторами	50
Вентил. охол. двигуна ППС1	АИРУ112М4У2	5,5	1	Панель з контакторами	5,5
ППС-2 поворот	В21R225S8	18,5	1	Робочий перетворювач частоти VSI CX/CXL/CXS/ТХ4 2.2/500 + резерв	18,5

На рисунку 2.7 приведене по добове споживання електроенергії хвостовою ділянкою БТЛС-1680 за листопад місяць 2019 року. Місяць обрано випадково, приблизно така саме тенденція споживання електричної енергії зберігається і в інші місяці року. Окрім місяця в якому проводиться плановий капітальний ремонт, під час якого обладнання тонколистового стану не працює приблизно 8 – 10 діб.

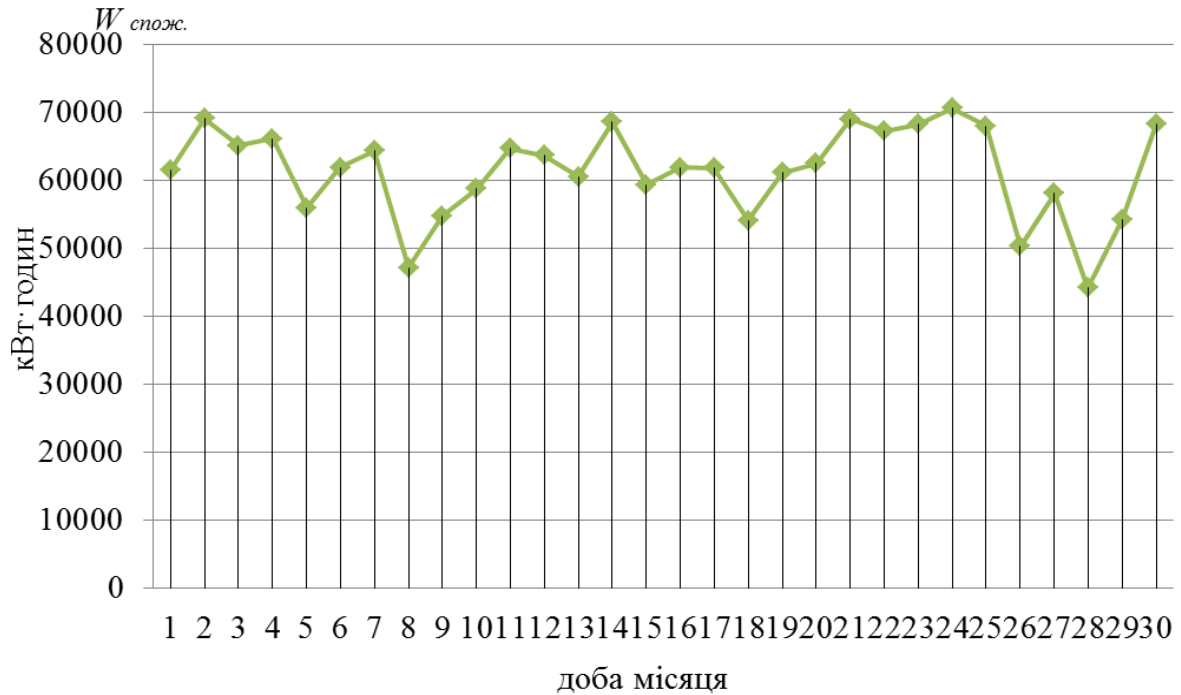


Рисунок 2.7 – Графік споживання електроенергії хвостовою ділянкою БТЛС-1680 за листопад 2019 року

Рисунок 2.7 демонструє достатньо великі показники споживання електричної енергії хвостовою ділянкою прокатного стану. Графік показників не є рівним, тобто споживання не є однаковим кожен день. Воно залежить від сортаменту металу, планових ремонтів обладнання та технологічних простоїв тонколистового прокатного стану 1680.

Мінімальні показники складають приблизно 40500 кВт · годин на добу в дні ремонтів БТЛС-1680. Максимальні показники на рівні приблизно 70000 кВт · годин на добу в дні прокату найбільшої кількості тонкого металу (завтовшки менше 2,3 мм). Завжди є бажання зменшити споживання

електричної енергії обладнанням. Хвостова ділянка безперервного тонколистового стану 1680 не є виключенням.

Проаналізувавши технологічний процес, технічні характеристики та споживання електроенергії електрообладнанням хвостової ділянки БТЛС-1680, можна зробити наступні висновки.

Значна частина електрообладнання хвостової ділянки стану виконана за сучасними стандартами надійності та економічності. Проте є вузли механізмів на яких використовується не ефективно з точки зору споживання електроенергії обладнання. До цих механізмів можна віднести застарілі системи релейно-контактних панелей живлення електропривода двигунів секцій конвеєра. Їх заміна або вдосконалення схеми, яка використовується, матимуть позитивні наслідки для ефективного споживання електроенергії.

Також на ділянці є механізми час роботи яких є не достатньо великим, проте їхнє відключення не виконується з різних причин. В першу чергу до такого обладнання слід віднести насоси оборотного циклу охолодження смуги.

Тобто вклавши відносно невеликі кошти на різні заходи можна отримати підвищення ефективності споживання електроенергії, що в свою чергу призводить до економії фінансових коштів структурного підрозділу та підприємства в цілому.

До таких заходів можна віднести:

- заміна застарілих систем керування електроприводом на більш сучасні та економічні;
- доповнення схем керування механізмами;
- встановлення додаткових пристроїв в схеми керування механізмами.

Виконавши цей комплекс заходів можна досягти технологічної ефективності роботи та зменшити витрати на електроенергію.

3 ЗАХОДИ СПРЯМОВАНІ НА ЗНИЖЕННЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ОБЛАДНАННЯМ ХВОСТОВОЇ ДІЛЯНКИ ЦГПТЛ

3.1 Плавний пуск в роботі насосів оборотного циклу

Насоси оборотного циклу (НОЦ) займають важливе місце в технологічному процесі хвостової ділянки стану 1680. З їх допомогою технічна вода з цеху водопостачання подається до лінії охолодження смуги (ЛОС) для примусового охолодження гарячекатаних смуг металу. А після цього вже оборотна (тобто забруднена) вода збирається та за допомогою НОЦів подається до цеху водопостачання для очищення.

До системи насосів оборотного циклу охолодження смуги відносять п'ять насосів, один з яких постійно знаходиться у резерві. Згідно технологічного процесу та враховуючи імовірні простой цеху є можливість для відключення НОЦів. Проте беручи до уваги прямий пуск двигунів насосів ця операція не виконується, що в свою чергу призводить до неефективного споживання електроенергії.

При встановленні пристрою плавного з'являється можливість включення по одному двигуну доповнюючи систему. Тобто, іншими словами, в залежності від технології можна використовувати один насос, а якщо він не буде справлятися другий і так далі. Ці операції з запуску двигунів можливо робити використовуючи один пристрій плавного пуску, який необхідним чином з'єднаний з системою насосів оборотного циклу.

Кількість вимкнень насосів з урахуванням технологічного процесу та простоями БТЛС-1680 складає 5 разів для кожного з двигунів. Відключення на 40 хвилин. Показники споживання електричної енергії насосами оборотного циклу представлені на рисунку 3.1.

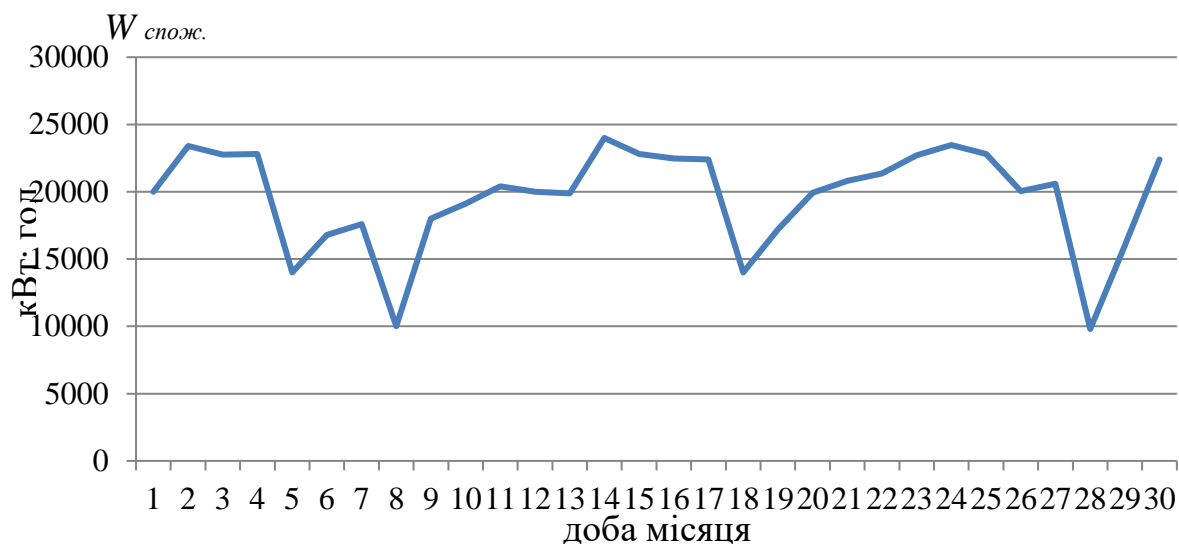


Рисунок 3.1 – Графік споживання електроенергії насосами оборотного циклу за листопад 2019 року

При прямому пуску пускові струми досягають значень в 5-7 разів вище, ніж у робочому режимі. Це привід до «просадки» напруги в мережі живлення, що негативно позначається не тільки на роботі інших споживачів, але і самого двигуна. Час пуску затягується, що може призвести до перегріву обмоток і поступового руйнування їх ізоляції. Це сприяє передчасному виходу електродвигуна з ладу. Враховуючи все це, можна зробити висновок, що встановлення пристрою плавного пуску є дуже доцільним.

У момент запуску двигуна момент на його валу дуже нестабільний і перевищує номінальне значення більш ніж у п'ять разів. Тому пускові навантаження виконавчих механізмів також підвищені в порівнянні з роботою в сталому режимі і можуть досягати до 500 відсотків. Нестабільність моменту при пуску призводить до ударних навантажень на зуби шестерень, зрізання шпонок і іноді навіть до скручування валів.

Найпростіша схема (рисунок 3.2) керування трифазним асинхронним двигуном М включає в себе силовий контактор КМ, пристрій захисту від перевантажень QF теплове реле КК і кнопки управління SB1, SB2.

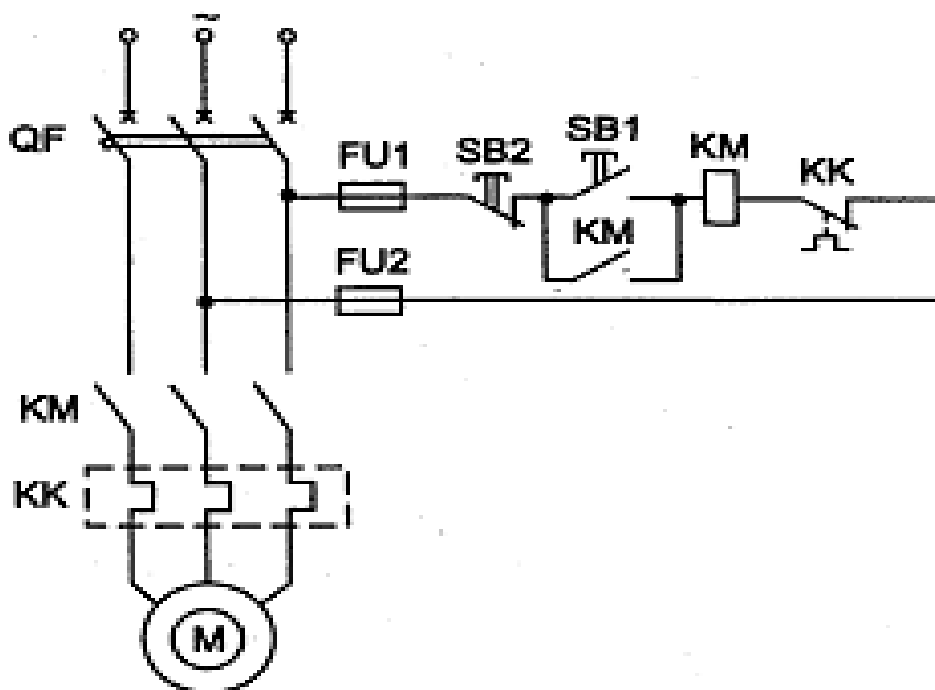


Рисунок 3.2 – Схема прямого пуску асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором

На насосах оборотного циклу лінії охолодження смуги використовуються високовольтні асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором з характеристиками приведеними у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристика двигунів НОЦів

Найменування	Значення	Одиниця виміру
Тип двигуна	A4-400X-8Y3	
Номінальна напруга	6000	В
Номінальний струм	32	А
Номінальна потужність	250	кВт

Пристрої плавного пуску електродвигуна значно зменшують пускові навантаження на механізм: плавно вибираються зазори між зубами шестерень, що перешкоджає їх поломки. У ремінних передачах також плавно натягуються приводні ремені, що зменшує знос механізмів.

У випадку насосів оборотного приймаємо до вибору та використання обладнання для групового плавного пуску двигунів.

До їх переваг відносяться:

- Значно зменшується пусковий струм двигуна (в 3-4 рази).
- Істотно знижуються динамічні навантаження на підшипниках двигуна і в кінематиці механізмів, що працюють з даними двигуном.
- Поліпшуються умови експлуатації електротехнічного обладнання (двигунів, трансформаторів, комутаційних апаратів і ін.).
- Істотно знижуються втрати електроенергії в електрообладнанні під час пуску двигунів.
- Зменшуються просадки напруги в мережі при пуску двигунів
- Економія електроенергії за рахунок раціонального використання енергоємного обладнання.
- Підвищення надійності і терміну служби обладнання.
- Збільшення кількості допустимих пусків.

При виборі пристрою плавного пуску (ППП) для двигунів насосів лінії охолодження смуги необхідно враховувати наступні параметри:

- напруга мережі. Кожен пристрій плавного пуску розраховано на роботу при певній напрузі. Напруга мережі живлення має відповідати паспортному значенню пристрою:

$$U_{\text{мережі}} \leq U_{\text{ППП}}, \quad (3.1)$$

- струм електродвигуна. Необхідно вибирати пристрій плавного пуску по струму двигуна, який не повинен перевищувати струм ППП:

$$I_{\text{двиг.}} < I_{\text{ППП}}, \quad (3.2)$$

– потужність двигуна. Вона не повинна перевищувати потужність пристрою плавного пуску:

$$P_{\text{двиг.}} < P_{\text{ППП}} , \quad (3.3)$$

– максимальне число запусків на годину. Зазвичай воно обмежене. Необхідно, щоб кількість запусків на годину електродвигуна не перевищувало цей параметр:

$$n_{\text{запуск.}} \leq I_{\text{ППП}} . \quad (3.4)$$

Щоб підібрати пристрій плавного пуску для двигуна нам необхідні паспортні характеристики двигуна (таблиця 3.1) та кількість включень на годину, яка дорівнює не більше чотирьох включень.

Порівнюємо умови:

$$U_{\text{мережі}} = 6000\text{В} \leq U_{\text{ППП}} = 6000\text{В} ,$$

$$I_{\text{двиг.}} = 32\text{А} < I_{\text{ППП}} = 40\text{А} ,$$

$$P_{\text{двиг.}} = 250\text{кВт} < P_{\text{ППП}} = 300\text{кВт} ,$$

$$n_{\text{запуск.}} = 4 \leq I_{\text{ППП}} = 5 ,$$

Вимогам які наведені в формулах (3.1), (3.2), (3.3) та (3.4) відповідає пристрій плавного пуску UNT-HVSS-BZ-D-40 (Advanced Electric Systems).

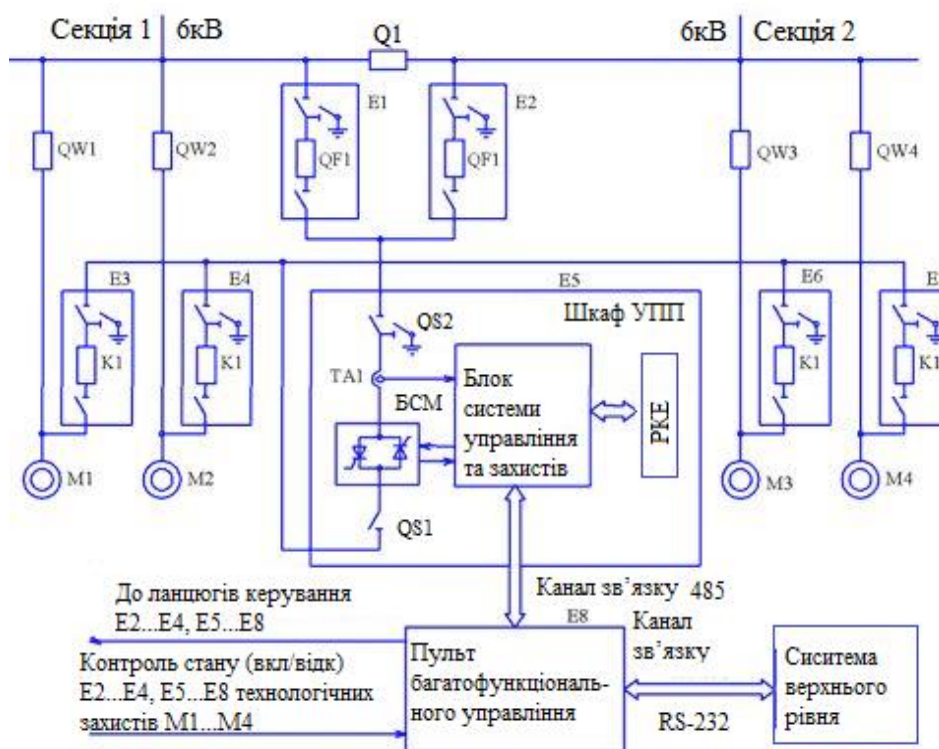
Так як умови виконуються то вибір пристрою плавного пуску виконано вірно і його можна впроваджувати до використання.

Плавний пуск електродвигуна за допомогою вибраного пристрою групового плавного пуску досягається за рахунок формування заданого

темпу наростання напруги на двигуні від нуля до номінального значення методом фазового управління тиристорами пристрою.

Даний пристрій має наступні види захисту: токова відсічка, від затягнутого запуску (максимально-струмовий захист), від обриву фази живильної мережі, від неприпустимого зниження напруги мережі, від замикань на землю, від перенапруги на тиристорах, від зникнення вентиляції в шафі ППП, від спрацьовування технологічних захистів двигуна, який запускається та обладнання.

На рисунку 3.4 представлена однолінійна схема групового пристрою плавного пуску для насосів оборотного циклу.



Е5 – шафа управління пристроєм плавного пуску; Е1, Е2 – комірки з головними вимикачами; Е3, Е4, Е6, Е7 – комірки з контактором К1; Е8 – пульт керування; БСМ – блок силових модулів; ТА1 – трансформатор струму; М1...М4 – двигуни насосів оборотного циклу; РКЕ – внутрішній пульт введення параметрів; Q1 – секційний вимикач.

Рисунок 3.4 – Функціональна однолінійна схема пристрою плавного пуску для чотирьох двигунів насосів

Вибраний пристрій плавного пуску має наступні технічні характеристики:

- характер навантаження: трифазний короткозамкнутий асинхронний двигун;
- робоча напруга 6кВ;
- робоча частота 50 Гц \pm 2 Гц;
- напруга оперативного живлення 220 В;
- охолодження: природне повітряне;
- режим пуску: нахил характеристики розгону, пуск з постійним значенням струму, Kick start – пуск з поштовхом;
- час пуску: 1 – 20 секунд, з можливістю регулювання;
- пусковий струм: 1 – 4 номінального струму, з можливістю регулювання;
- стартова напруга: 30 – 100 % від номінальної, з можливістю регулювання.

Характеристика запуску двигуна насосу оборотного циклу приведена на рисунку 3.5.

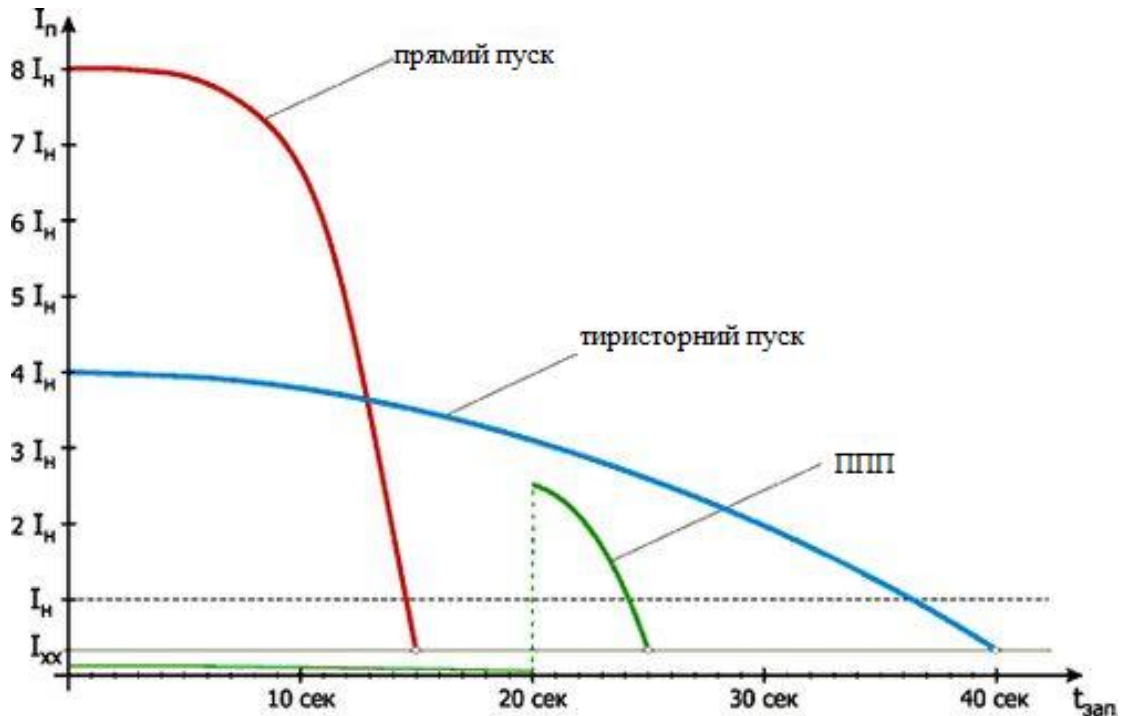


Рисунок 3.5 – Характеристика запуску насоса НОЦ з використання пристрою плавного пуску

3.2 Заміна системи керування електропривода секцій конвеєра рулонів

Одним з засобів енергозбереження є заміна системи керування електропривода. Управління електроприводами полягає в здійсненні пуску, регулюванні швидкості, гальмуванні, реверсі, а також підтримки режиму роботи приводу відповідно до вимог технологічного процесу.

На хвостовій ділянці прокатного стану заміну системи керування приводом доцільно зробити для двигунів секцій №1 та №5 конвеєру рулонів з релейно-контактної панелі – двигун на тиристорний перетворювач – двигун (приведена на рисунку 3.6).

За допомогою встановлення системи тиристорний перетворювач – двигун є можливість зниження споживання електричної енергії за рахунок зниження швидкості секцій конвеєру.

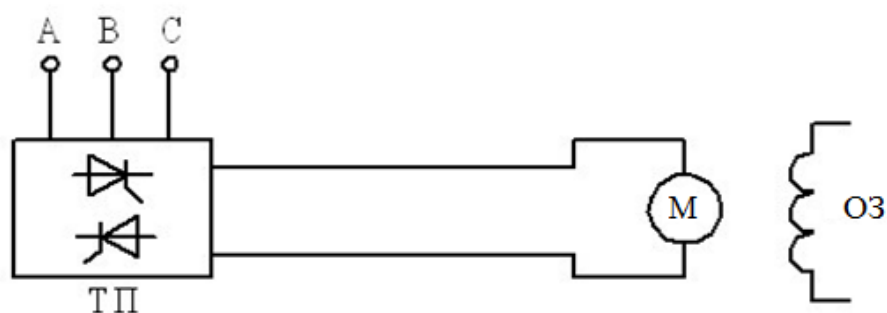


Рисунок 3.6 – Система тиристорний перетворювач – двигун

В даний час майже всі секції конвеєру працюють за допомогою системи релейно-контактної панелі – двигун. Традиційні релейно - контактні системи не задовольняють вимогам сучасного рівня автоматизації через недостатнє швидкодії і невисокою надійності контактів і інших рухомих частин.

Проте з необхідністю підвищення продуктивності агрегатів та з огляду на енергозбереження все більше розповсюдження отримують регульовані електроприводи різних виробничих механізмів.

Основним елементом перетворювачів є комутаційні пристрої, які періодично переривають струм, або змінюють його напрям. Основним елементом комутаційного пристрою є тиристор. Вентильні перетворювачі на тиристорах зараз стали основним видом перетворювачів для системи перетворювач-двигун постійного струму. Нереверсивні перетворювачі найчастіше виконують за трифазною мостовою схемою із дроселем згладжування.

До переваг системи тиристорний перетворювач – двигун можна віднести:

- відсутність частин, що обертаються, у тиристорного перетворювача;
- висока ступінь швидкодії;
- високий ККД (92-96%);
- мала потужність керування;
- при використанні тиристорного перетворювача знижується час на монтаж і наладку;
- поліпшення якості роботи двигуна;
- спрощення обслуговування обладнання, зменшення часу простою;
- відсутність втрат холостого ходу;
- економія електроенергії за рахунок зниження напруги при різних режимах роботи механізму.

Недоліки системи:

- необхідність високої кваліфікація ремонтного персоналу;
- знижується коефіцієнт мережі живлення;
- неможливість використання тиристорного електроприводу для компенсації реактивної потужності;
- у приводі по системі ТП-Д через живлення двигуна пульсуючим струмом збільшуються електричні втрати;

– низький і змінний в широкому діапазоні коефіцієнт потужності при обміні енергією з мережею.

Принцип роботи можна пояснити за допомогою наступного прикладу. До якоря двигуна M прикладається випрямлена напруга, регульована за допомогою напівпровідникового випрямляча $V1 - V6$, зібраного по принципу мостової схеми. Силова частина випрямляча складається з трьох тиристорів $V1 - V3$ і трьох некерованих діодів $V4 - V6$. Керування здійснюють зміною фази відкриття тиристорів. Принципова схема силової частини тиристорного перетворювача наведена на рисунку 3.7.

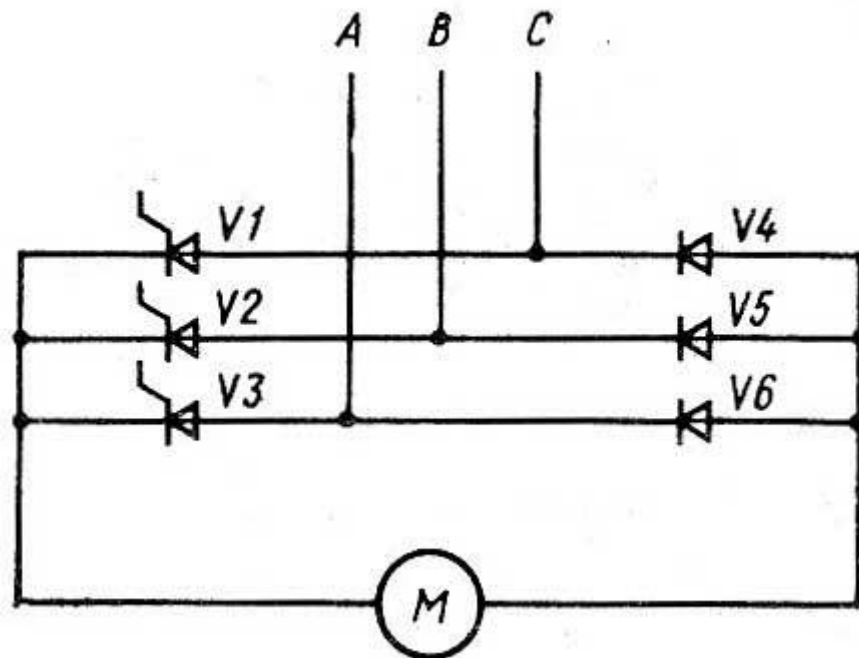


Рисунок 3.7 – Принципова схема тиристорного перетворювача.

Силова частина

При встановленні тиристорного перетворювача економію електричної енергії можна досягти за допомогою регулювання напруги. Згідно технологічного процесу немає необхідності у роботі двигунів на максимальній швидкості. Інколи навпаки є необхідність в мінімальній швидкості двигунів конвеєра. Згідно технологічного процесу та темпу

прокатки смуг на тонколистовому стані 1680 можна сумарно знизити швидкість секцій на 35 %.

Для плавного регулювання швидкості та вибору різних режимів роботи двигунів секцій конвеєру рулонів встановлюємо систему тиристорний перетворювач – двигун.

Також встановлення нової системи не виключає роботу старої. Тобто для роботи секцій конвеєра з'являється додаткове резервування.

Для заміни системи керування двигунами 1 та 5 секцій конвеєру рулонів нам необхідно вибрати тиристорний перетворювач.

Для вибору тиристорного перетворювача необхідно щоб виконувались наступні умови:

– номінальна вихідна напруга з тиристорного перетворювача повинна перевищувати або дорівнювати розрахунковій напрузі:

$$U_{тир.роб} \geq U_{тир..розр.}, \quad (3.5)$$

– робочий вихідний струм з тиристорного перетворювача повинен бути більше або дорівнювати розрахунковому струму:

$$I_{тир.роб} \geq I_{тир..розр.}, \quad (3.6)$$

Для розрахунку цих умов нам знадобиться паспортні дані електродвигуна (таблиця 3.2) для якого ми поодбираємо тиристорний перетворювач.

Таблиця 3.2 – Паспортні данні двигунів 1-ї та 5-ї секцій конвеєра

Найменування	Значення	Одиниця виміру
Тип двигуна	МП-72	
Номінальна напруга	220	В
Номінальний струм	365	А
Номінальна потужність	75	кВт
ККД	0,91	
$\cos \varphi$	0,8	

Розраховуємо середній струм вентиля для трифазної мостової схеми:

$$I_{\text{вент.}} = \frac{I_{\text{двиг.ном.}}}{3}, \quad (3.7)$$

де $I_{\text{двиг.ном.}}$ – номінальний струм двигуна; $I_{\text{двиг.ном.}} = 365 \text{ А}$,

$$I_{\text{вент.}} = \frac{365}{3} = 121,7 \text{ А}.$$

Розраховуємо робочий вихідний струм тиристора:

$$I_{\text{тир.розр.}} = \frac{I_{\text{вент}}}{K_{\text{зап.}}}, \quad (3.8)$$

де $K_{\text{зап.}}$ – коефіцієнт запасу, що враховує умови охолодження тиристорів;

$K_{\text{зап.}} = 0,3$ – при примусовому охолодженні,

$$I_{\text{тир.розр.}} = \frac{121,7}{0,3} = 405,7 \text{ А}.$$

Розраховуємо номінальну робочу напругу тиристорного перетворювача:

$$U_{\text{тир.розр.}} = K_3 \cdot K_{\text{кп}} \cdot U_{\text{ном.двиг.}}, \quad (3.9)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу;

$K_{\text{кп}}$ – коефіцієнт, що враховує комутаційне перенапруження;

$U_{\text{ном.двиг.}} = 220 \text{ В}$ – номінальна напруга двигуна.

$$U_{\text{тир.розр.}} = 1,1 \cdot 1,4 \cdot 220 = 338,8 \text{ В}$$

Розраховавши параметрами а саме, робочу напругу та робочий струм тиристорного перетворювача приймаємо до роботи наступний тиристорний перетворювач типу: КТЕ 600/400 – 0121 – 21 – А105.

Перевіряємо виконання умов:

$$U_{\text{тир.роб.}} = 400 \text{ В} \geq U_{\text{тир.розр.}} = 338,8 \text{ В}$$

$$I_{\text{тир.роб.}} = 600 \text{ А} \geq I_{\text{тир.розр.}} = 405,7 \text{ А}$$

Умови за формулами (3.5) та (3.6) виконуються отже вибір тиристорного перетворювача виконано вірно. Для обох секцій конвеєру рулонів приймаємо однакові перетворювачі, тому що типи двигунів та параметри керування однакові.

Обраний комплектний тиристорний електропривод має наступне конструктивне виконання:

- Шафове і блочне виконання.
- Силовий випрямляч і систему управління.
- Реактори на стороні змінного струму або силовий трансформатор.

- Вимикач на боці змінного струму.
- Кошти місцевого контролю і управління.
- Прилади струму і напруги збудження.
- Лампова сигналізація.
- Вказівник «Завдання ручне»;
- Пультовий термінал;

3.3 Техніко-економічне обґрунтування прийнятих до розробки заходів

3.3.1 Техніко-економічний ефект від впровадження пристрою плавного пуску для насосів оборотного циклу

Розрахуємо кількість годин простою кожним насосом за один місяць:

$$t_{\text{прост.}} = \frac{t_{\text{пр.день}} \cdot n \cdot d}{60}, \quad (3.10)$$

де $t_{\text{пр.день}}$ – час одного з насосів оборотного циклу, $t_{\text{пр.день}} = 40$ хв ;

n – кількість таких простоїв;

d – кількість днів роботи насосів в місяць, $d = 28$ діб;

$$t_{\text{прост.}} = \frac{40 \cdot 5 \cdot 28}{60} = 93 \text{ год.}$$

Розраховуємо кількість зекономленої електричної енергії за один місяць:

$$W_{\text{екон.}} = t_{\text{прост.}} \cdot P_{\text{двиг.}} \cdot n, \quad (3.11)$$

де $P_{\text{двиг.}} = 250$ кВт – потужність одного двигуна;

$n = 4$ – кількість двигунів.

$$W_{\text{екон.}} = 93 \cdot 250 \cdot 4 = 93000 \text{кВт год.}$$

Для подальшого порівняння розраховуємо витрати електричної енергії на двигуни НОЦ без впровадження пристрою плавного пуску:

$$W_{\text{випр.}} = t_{\text{роб.}} \cdot P_{\text{двиг.}} \cdot n, \quad (3.12)$$

де $t_{\text{роб.}}$ – час роботи двигунів НОЦ в місяць, $t_{\text{роб.}} = 24 \cdot 28 = 672$ год;

$$W_{\text{випр.}} = 672 \cdot 250 \cdot 4 = 672000 \text{кВт год.}$$

Визначаємо обсяги витрат електроенергії на НОЦ після встановлення пристрою плавного пуску:

$$W_{\text{екон.}} = W_{\text{випр.}} - W_{\text{екон.}}, \quad (3.13)$$

$$W_{\text{екон.}} = 672000 - 93000 = 57900 \text{кВт год.}$$

Загальні обсяги споживання та економії електричної енергії насосами плавного пуску лінії охолодження смуги представлені на рисунку 3.8.

На рисунку 3.9 приведені споживання та економія електричної енергії по дням місяця.

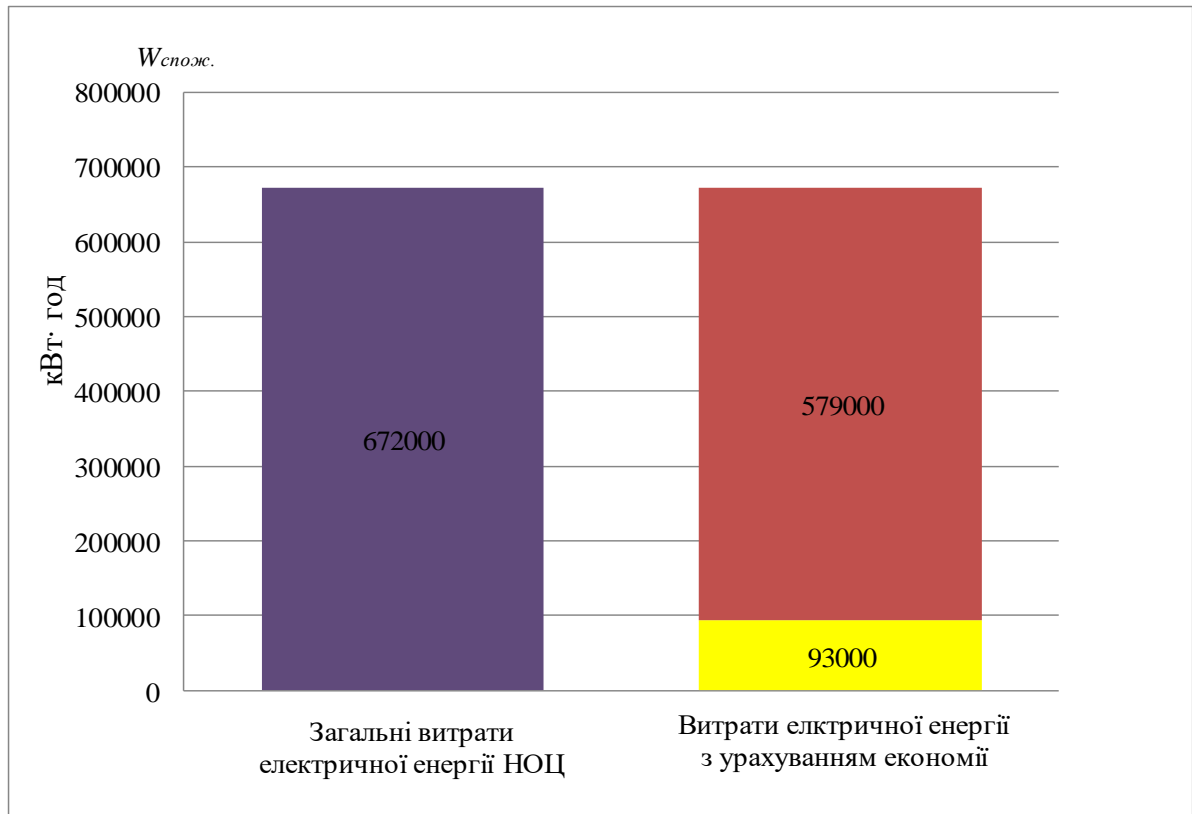


Рисунок 3.8 – Обсяги витрат та економії електричної енергії насосами оборотного циклу

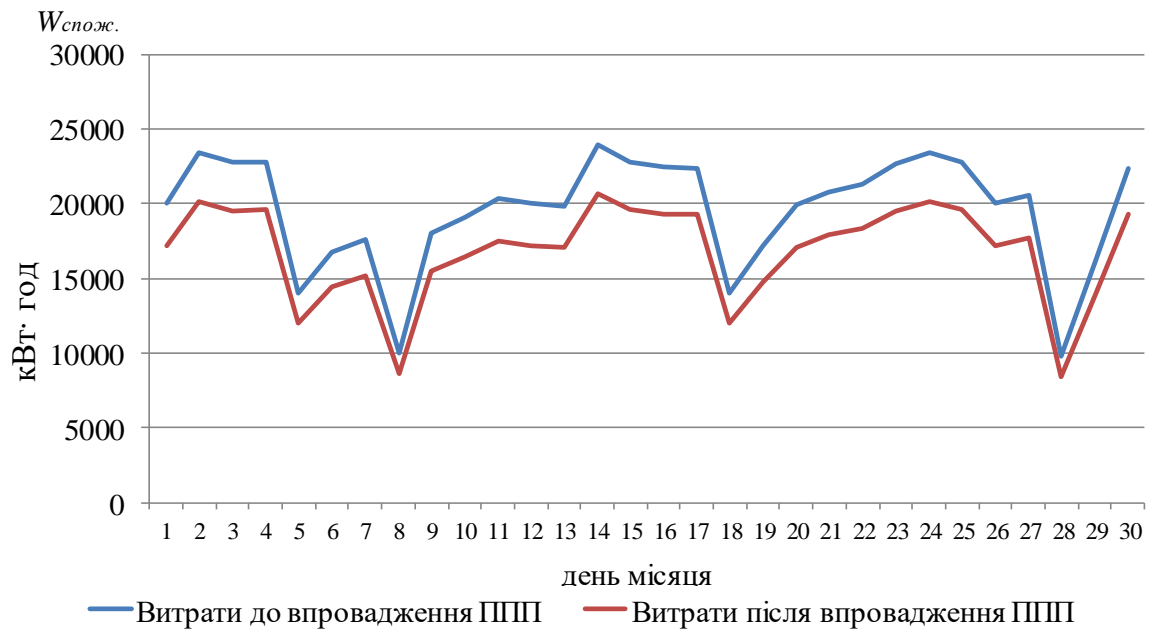


Рисунок 3.9 – По добове споживання електричної енергії насосами оборотного циклу після впровадження пристрою плавного пуску

Розрахуємо економію за один місяць в грошовому еквіваленті:

$$C_{\text{екон.міс.}} = W_{\text{екон.}} \cdot B_{\text{ел.}}, \quad (3.14)$$

де $B_{\text{ел.}} = 1,45 \text{ грн/кВт}$ – середня вартість 1 кВт для ПАТ «Запоріжсталь».

$$C_{\text{екон.міс.}} = 93000 \cdot 1,45 = 134850 \text{ грн}.$$

Розрахуємо економію за один рік в грошовому еквіваленті:

$$C_{\text{екон.рік.}} = C_{\text{екон.міс.}} \cdot 12, \quad (3.15)$$

$$C_{\text{екон.рік.}} = 134850 \cdot 12 = 1618200 \text{ грн}.$$

Витрати на впровадження пристрою плавного пуску для електродвигунів насосів оборотного циклу охолодження смуги БТЛС-1680 наведені на діаграмі (рисунок 3.10). На рисунку приведені витрати на встановлення одного групового пристрою плавного пуску.

Отже термін окупності можна розрахувати за формулою:

$$T_{\text{окуп.}} = \frac{C_{\text{витр.}}}{C_{\text{екон.рік}}}, \quad (3.16)$$

де $C_{\text{витр.}} = 2500000 \text{ грн}$ – витрати на встановлення пристрою плавного пуску;

$$T_{\text{окуп.}} = \frac{2500000}{1618200} = 1,6 \text{ року}$$

Термін окупності заходу по встановленню пристрою плавного пуску насосів оборотного циклу склав 1,6 року. Це є позитивним результатом, що дає змогу втілювати проект до роботи.

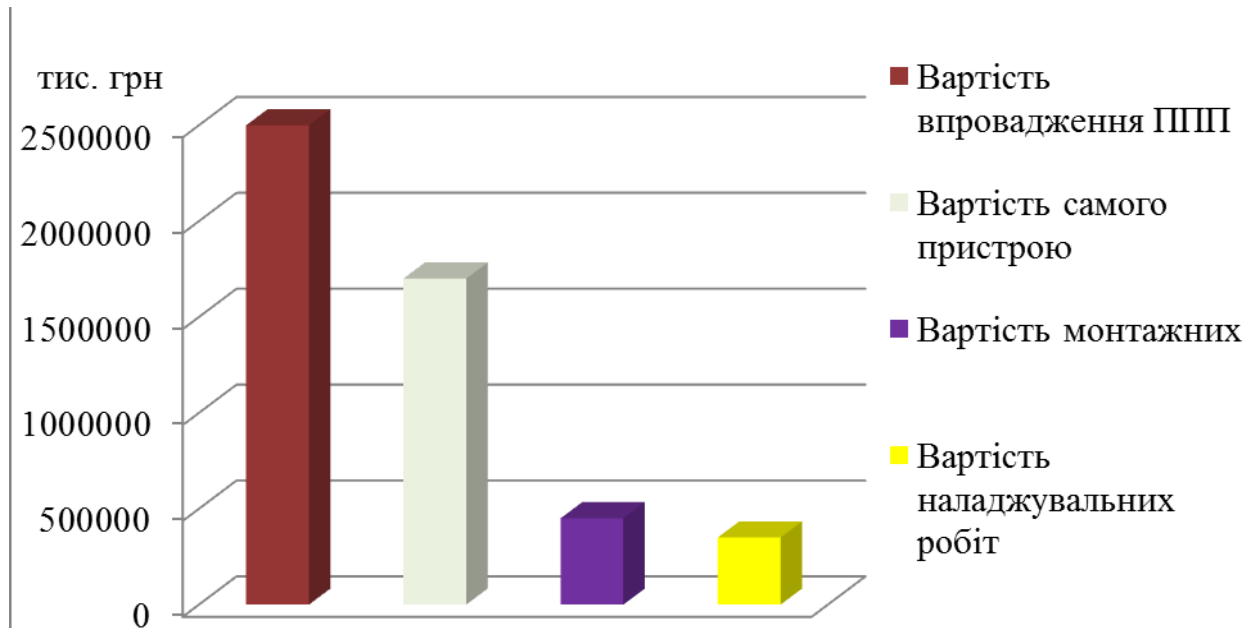


Рисунок 3.10 – Витрати на встановлення групового пристрою плавного пуску для двигунів НОЦ

3.3.2 Визначення економічного ефекту від заміни системи керування двигунами секцій конвеєру рулонів

В першу чергу необхідно визначити потужність двигуна з урахуванням зниження напругу на 35 %:

$$P_{\text{дв.роб.}} = U_{\text{тир.}} \cdot I_{\text{дв.роб.}} \cdot \cos \varphi \cdot \eta, \quad (3.17)$$

де $U_{\text{тир.}}$ – знижена напруга з урахуванням встановлення тиристорного перетворювача, $U_{\text{тир.}} = 143 \text{ В}$;

$I_{\text{дв.роб.}}$ – струм при роботі двигуна з системою тиристорний перетворювач – двигун, $I_{\text{дв.роб.}} = 583 \text{ А}$;

$\cos \varphi$ – з паспортних даних двигуна, $\cos \varphi = 0,9$

η – з паспортних даних двигуна, $\eta = 0,82$.

$$P_{\text{дв.роб.}} = 143 \cdot 582 \cdot 0,9 \cdot 0,81 = 60,7 \text{ кВт}$$

Для подальших розрахунків визначаємо загальний час роботи двигунів секцій конвеєру. В розрахунку використовуємо середні значення простоїв обладнання ділянки:

$$t_{\text{роб.}} = t_{\text{заг.}} \cdot (t_{\text{пр.день}} + t_{\text{ін}}), \quad (3.18)$$

де $t_{\text{пр.день}} = 90 \text{ хв}$ – час простоїв обладнання хвостової ділянки;

$t_{\text{ін}} = 180 \text{ хв}$ – час роботи обладнання без допомоги 1-ої та 5-ої секцій конвеєра. Передача рулонів іншими секціями;

$t_{\text{заг.}} = 1440 \text{ хв}$ – загальній час роботи ЦГПТЛ.

$$t_{\text{роб.}} = 1440 - (90 + 180) = 1170 \text{ хв} = 19,5 \text{ год}$$

Визначаємо сумарну кількість електроенергії, яка споживається двигунами двох секцій конвеєра:

$$W_{\text{спож.}} = t_{\text{роб.}} \cdot P_{\text{двиг.}} \cdot n, \quad (3.19)$$

де $P_{\text{двиг.}}$ – потужність одного двигуна, $P_{\text{двиг.}} = 75 \text{ кВт}$;

$n = 2$ – кількість двигунів;

$t_{\text{роб.}} = 19,5 \text{ год}$.

$$W_{\text{спож.}} = 19,5 \cdot 75 \cdot 2 = 2925 \text{ кВт год}$$

Визначаємо сумарну кількість споживаної електричної енергії після встановлення тиристорного перетворювача:

$$W_{\text{спож.вст.}} = t_{\text{роб.}} \cdot P_{\text{дв.роб}} \cdot n, \quad (3.20)$$

$$W_{\text{спож.вст.}} = 19,5 \cdot 60,7 \cdot 2 = 2367,3 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Визначаємо кількість електроенергії, яку вдалось зекономити від впровадження тиристорного перетворювача:

$$W_{\text{екон.}} = (W_{\text{спож.}} - W_{\text{спож.вст.}}) \cdot 28, \quad (3.21)$$

$$W_{\text{екон.}} = (2925 - 2367,3) \cdot 28 = 15624 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Кількість електричної енергії, що споживалась двигунами 1-ої та 5-ої секціями конвеєру до встановлення системи керування тиристорний перетворювач – двигун та споживання після, приведено на рисунку 3.11.

На рисунку 3.12 приведено споживання до введення заходів по ефективному використанню електричної енергії та після, по добам місяця.

Розрахуємо економію за один місяць в грошовому еквіваленті:

$$C_{\text{екон.міс.}} = W_{\text{екон.}} \cdot B_{\text{ел.}}, \quad (3.22)$$

де $B_{\text{ел.}} = 1,45 \text{ грн/кВт}$ – середня вартість 1 кВт для ПАТ «Запоріжсталь».

$$C_{\text{екон.міс.}} = 15624 \cdot 1,45 = 22655 \text{ грн}.$$

Розрахуємо економію за один рік в грошовому еквіваленті:

$$C_{\text{екон.рік.}} = C_{\text{екон.міс}} \cdot 12, \quad (3.23)$$

$$C_{\text{екон.рік.}} = 22655 \cdot 12 = 271857 \text{ грн.}$$

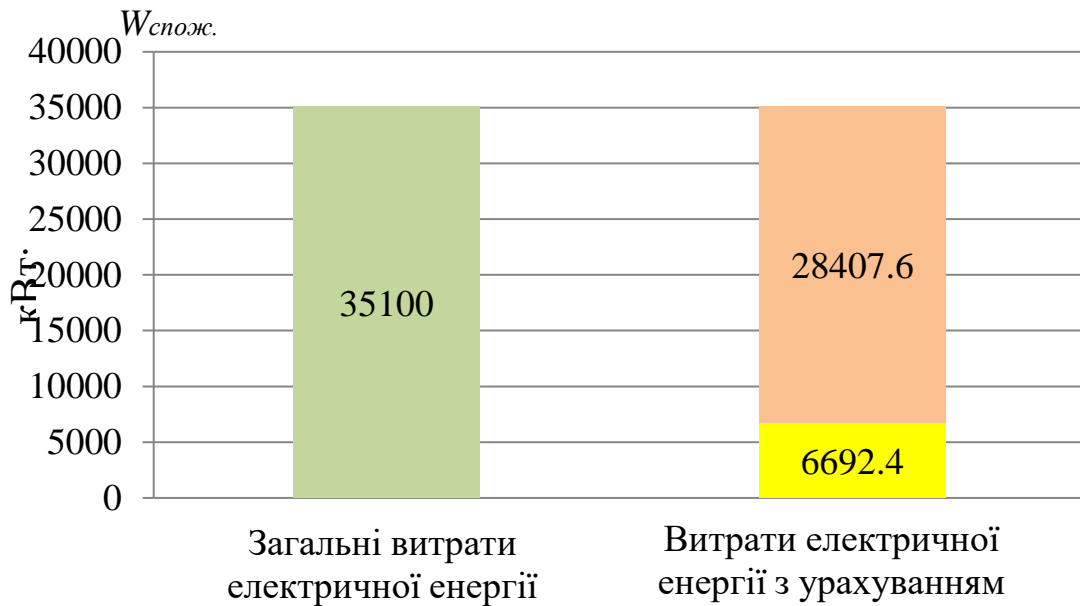


Рисунок 3.11 – Витрати та економія електроенергії при встановленні тиристорного перетворювача

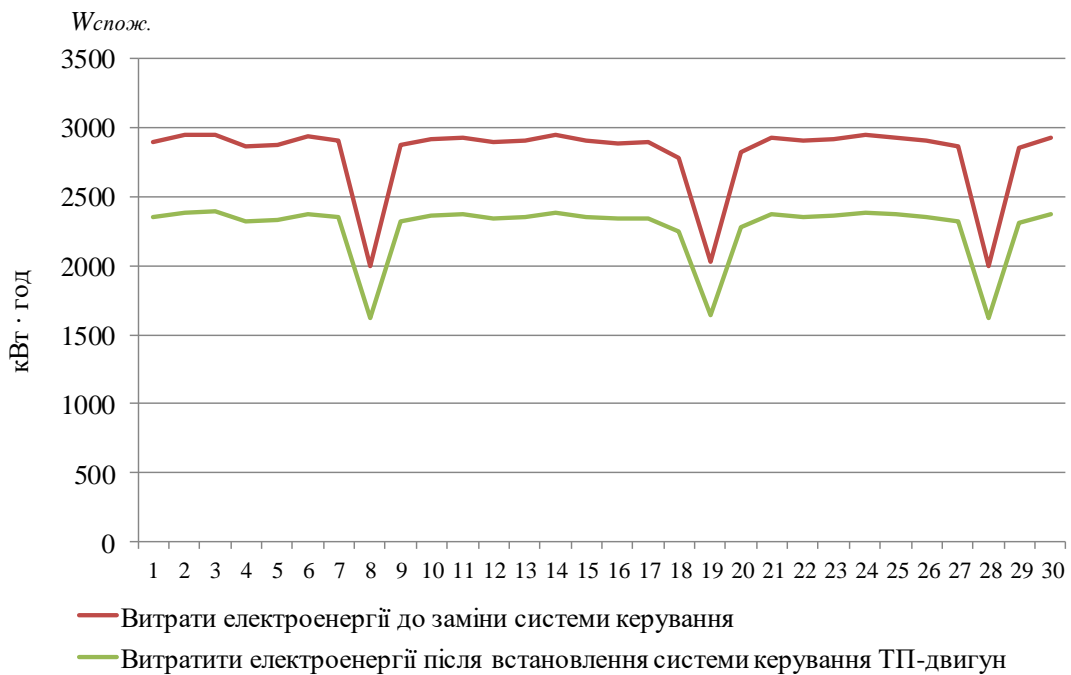


Рисунок 3.12 – Споживання електричної енергії секціями конвеєра до та після встановлення тиристорного перетворювача

Витрати на встановлення системи тиристорний перетворювач – двигун представлені на рисунку 3.13. Представлені на рисунку дані одразу для встановлення двох тиристорних перетворювачів на секції конвеєру рулонів.

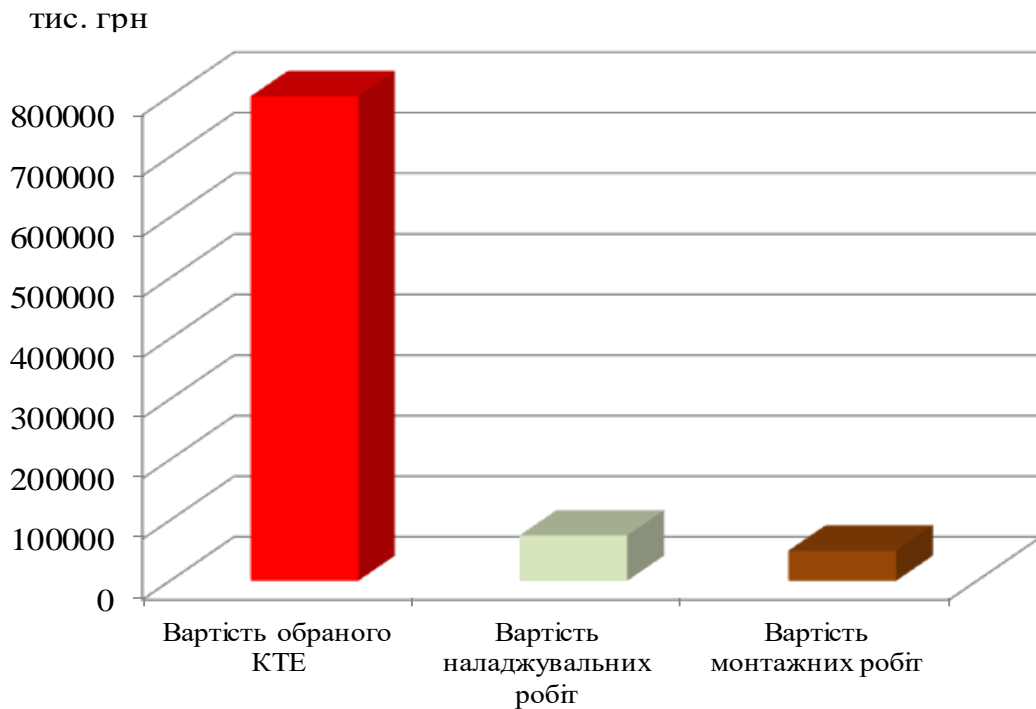


Рисунок 3.13 - Витрати на закупівлю та встановлення КТЕ секцій конвеєру

Отже термін окупності можна розрахувати за формулою:

$$T_{\text{окуп.}} = \frac{C_{\text{витр.}}}{C_{\text{екон.рік}}}, \quad (3.24)$$

де $C_{\text{витр.}} = 925000$ грн – витрати на встановлення пристрою плавного пуску;

$$T_{\text{окуп.}} = \frac{925000}{271857} = 3,4 \text{ року}$$

Термін окупності проекту щодо заміни системи керування секціями конвеєра склав 3,4 роки. Даний термін є хорошим показником, що дає змогу втілювати даний захід по ефективному використанню електроенергії в роботу хвостової ділянки тонколистового стану 1680.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

До обов'язків формувальника входить: формування вручну або хвостовим молотком динасових, магнезіальних та шамотних виробів нескладної конфігурації, а також тих, що мають на поверхні виступи, поглиблення, виїмки, гострі кути; карбідокремнієвих стержнів на механічному вібраційному верстаті і виливання гіпсових форм. Формування плавлених вогнетривів і смолопекової заготівки. Заповнення форм формовою масою і трамбування її і заготовок у спеціальній формі за допомогою пневматичного молотка. Оправлення сформованих виробів, маркування їх, посипання дрібним піском або шамотом, укладання виробів на рівні щитки і віднесення їх на вагонетки або в сушила. Складання, розбирання і змащення форм. Транспортування сформованих виробів у сушила. Формування карбідокремнієвих стержнів на вібростолі вручну. Виявлення і усунення несправностей в роботі устаткування, що обслуговується. Налагодження механічного вібраційного верстата.

Кожний формувальник повинен знати: будову і правила технічної експлуатації хвостового молотка, механічного вібраційного верстата, вимірювального інструменту; будову і правила технічної експлуатації підйомних механізмів; склад і властивості формових мас і суспензій; види і розміри форм; способи готування формових мас; правила транспортування виробів; режим сушіння виробів; способи формування; прийоми оправлення виробів; види браку під час формування і способи його попередження; правила читання креслень; слюсарну справу.

Основними небезпечними і шкідливими факторами при обслуговуванні обладнання шамотного цеху, є:

- машини і механізми, що рухаються (вантажопідйомні крани, пересувний бункер) тощо;

- вантажі, що переносяться кранами;
- падаючі предмети (деталі форм, інструмент тощо);
- небезпечний рівень напруги в електричному колі, замикання в якому може відбутися через тіло людини.

Основні шкідливі виробничі фактори :

- підвищена запиленість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- знижена температура повітря робочої зони.

Шкідливі фактори можуть призвести до професійних захворювань.

Технічні рішення по гігієні праці й виробничої санітарії

Мікроклімат робочої зони визначається такими параметрами як температура, відносна вологість повітря, теплове випромінювання, які, виходячи з категорії виконуваних робіт по важкості, характеристики приміщень, по надлишках явного тепла з урахуванням періоду року (теплий, перехідний, холодний) устанавлюємо відповідно до вимог .

Оптимальний мікроклімат у приміщенні забезпечує підтримка теплової рівноваги між організмом і навколишнім середовищем.

У таблиці 4.1 наведені значення прийнятих припустимих (оптимальних) параметрів повітряного середовища в робочій зоні робочої ділянки.

За нормативними величинами та даними наведеними у таблиці 4.1 можна зробити висновок, що мікроклімат у цеху відповідає вимогам.

Таблиця 4.1 – Нормовані величини температури, відносної вологості й швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура			Відносна вологість		Швидкість руху, м/с	
		Оптимальна	Допустима		Оптимальна	Допустима	Оптимальна, не більш ніж	Допустима на робочих місцях
			Верхня межа	Нижня межа				
			Постійна	Постійна		На робочих місцях, не більше		
Холодний	Середньої важкості 2а	18-20	23	17	40-60	75	0,2	Не більш ніж 0
Теплий	Середньої важкості 2а	21-23	27	18	40-60	60 при 270С	0,3	0,2-0,4

Освітлення виробничих приміщень

У зв'язку з тим, що природне освітлення приміщення здійснюється через віконні отвори і є дуже слабким, на робочому місці має застосовуватися також штучне освітлення. Штучне освітлення створюють електричним джерелом світла, яке включають в міру необхідності, регулюють інтенсивність світлового потоку і його спрямованість.

Виконаємо розрахунок штучного освітлення по методу світлового потоку.

Довжина приміщення – 8 м, ширина – 6 м, висота – 3 м. Розрахункова висота:

$$h = 3 - 0,8 = 2,2 \text{ м,}$$

де 0,8 м – висота розрахункової поверхні.

Площа приміщення:

$$S = 6 \cdot 8 = 48 \text{ м}^2.$$

Визначимо індекс приміщення:

$$i = \frac{A \cdot B}{(A + B) \cdot h},$$

де A і B – довжина та ширина приміщення, м;

h – висота підвісу світильників над розрахунковою поверхнею,

м.

$$i = \frac{6 \cdot 8}{(6 + 8) \cdot 2,2} = 1,56.$$

Оскільки стіни і стеля приміщення бетонні, то приймаємо коефіцієнт віддзеркалення стелі і стін $\rho_{стели} = 50 \%$, $\rho_{стін} = 30 \%$ відповідно.

Коефіцієнт використання світлового потоку становить $\eta = 50 \%$.

Необхідний світловий потік ламп світильників:

$$F = \frac{E \cdot k_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta},$$

де E – найменша нормована освітленість, $E = 300$ лк, так як розряд зорових робіт дорівнює 3;

k_3 – коефіцієнт запасу, $k_3 = 1,4$;

S – площа приміщення, м^2 ;

z – поправочний коефіцієнт для переходу від найменшої

освітленості до середньої (зазвичай значення його набувають в межах 1,1 – 1,2), $z = 1,1$;

N – кількість світильників;

η – коефіцієнт використання, тобто відносна доля потоку лампи, падаюча на поверхню S .

Розрахуємо за формулою (5.4) добуток $F \cdot N$.

$$F \cdot N = \frac{300 \cdot 1,4 \cdot 48 \cdot 1,1}{0,5} = 44352 \text{ лм.}$$

Знайдемо необхідне число ламп. Для освітлення виробничих приміщень вибір джерел світла проводять з врахуванням освітленості. При освітленості від 150 до 300 лк доцільно застосовувати джерела світла типа ЛБ, ДРЛ, ЛБХ. Вибираємо люмінесцентні лампи типа ЛХБ80 (2×80 Вт); довжина лампи – 1,5 м, ширина – 0,4 м, світловий потік даної лампи – 3840 лм.

Отже, потрібне число ламп:

$$N = \frac{44352}{3840} \approx 12 \text{ шт.}$$

Оскільки світильники дволампові, то для забезпечення нормальної потужності освітлення приміщення необхідно 6 світильників. Приймаємо, що кількість світильників по довжині складатиме 2 шт., а по ширині – 3 шт.

Світильники з люмінесцентними лампами в основному розташовують рядами. Ряди слід орієнтувати паралельно стіні з вікнами. Потрібно встановити два світильники в ряд. Застосовуємо світильники ШОД (оскільки ШОД дає більш рівномірне освітлення) з люмінесцентними лампами ЛХБ потужністю 2×80 Вт і з потоком 3840 лм. Схема розташування світильників представлена на рисунку 6.1.

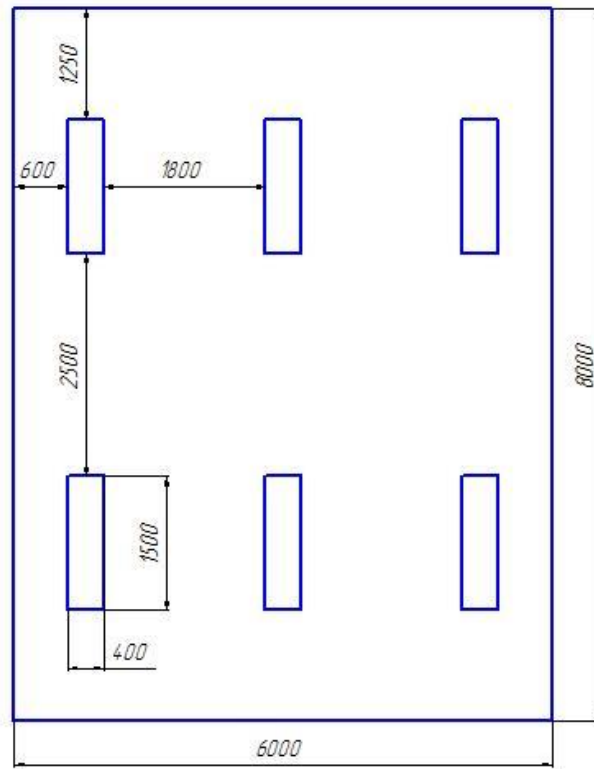


Рисунок 4.1 – Схема розташування світильників

Всі необхідні розрахунки для розташування світильників проводимо за формулами:

$$la = \frac{1}{2} \cdot La,$$

$$lv = \frac{1}{3} \cdot Lv$$

$$la = 1,25 \text{ м}, lv = 0,6 \text{ м},$$

де L – відстань між сусідніми світильниками (рядами люмінесцентних світильників).

La – відстань між сусідніми світильниками по довжині приміщення, $La = 2,5$ м.

Lv – відстань між сусідніми світильниками по ширині приміщення, $Lv = 1,8$ м.

l – відстань від крайніх світильників або рядів світильників до стіни.

Електробезпека

При виявленні несправності в електричному обладнанні формувальник повинен припинити роботу, доповісти майстру і викликати чергового електрика.

Усувати неполадки в електрообладнанні самому не допускається. Після усунення несправності пуск обладнання повинен проводити черговий електрик за заявкою майстра.

Користуватися переносними електросвітільниками дозволяється при напрузі не вище 36 В, а в сирих підвальних приміщеннях - не вище 12 В.

Під час загоряння електропроводів, приладів, електрообладнання їх необхідно вимкнути від мережі і гасити осередок пожежі тільки сухим піском, порошковим, пінним вогнегасником або сухими інертними матеріалами (роздрібненим шамотом, динасом, кварцитом).

Забезпечення електробезпеки регламентується ПУЕ:

- пристрій захисного заземлення згідно СНиП 3.05.06-85 і ПУЕ для захисту людей від ураження електричним струмом при можливому пошкодженні ізоляції;

- недоступність ТВЧ для випадкового дотику ;

- застосування ізоляції , поточний контроль;

- посилення вимог до електропроводок ;

- застосування попереджувальних сигналізацій , написів і плакатів ;

- використання індивідуальних засобів захисту та пристроїв;

- посилення вимог до кваліфікації персоналу електромонтажних організацій (за ГОСТ Р 50571 1-93 , п. 4.1.1).

Заходи пожежної безпеки

Формувальник повинен вміти використовувати за призначенням засоби пожежогасіння (пісок, землю, вогнегасники тощо) і знати місця зберігання протипожежного інвентарю, вміти ним користуватися.

Під час виникнення пожежі необхідно доповісти керівництву цеху і диспетчерові підприємства, викликати пожежну охорону, а до її прибуття

вжити всіх заходів щодо ліквідації загоряння своїми силами, діючи відповідно до інструкції з пожежної безпеки.

Під час загоряння електропроводів, приладів, електрообладнання їх необхідно вимкнути від мережі і гасити осередок пожежі тільки сухим піском, порошковим, пінним вогнегасником або сухими інертними матеріалами (роздрібненим шамотом, динасом, кварцитом).

Під час загоряння пально-мастильних матеріалів не можна гасити полум'я водою. Для цього необхідно використовувати землю, пісок, вогнегасники.

Не можна захарашувати проходи і доступ до протипожежного інвентарю, вогнегасників, гідрантів.

Палити дозволяється тільки у спеціально відведених місцях.

Кожний формувальник повинен бути ознайомлений з планом ліквідації аварій на підприємстві в частині, яка має відношення до його робочого місця і ділянки виконання робіт

Засоби індивідуального захисту

Формувальники вогнетривких підприємств повинні працювати у встановленому за нормами спецодязі:

- костюмі бавовняному за ГОСТом 27575-87 "Костюмы мужские для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. Технические требования" - на 12 місяців;

- фартусі брезентовому з нагрудником за ГОСТом 12.4.029-76 "Фартуки специальные. Технические условия" - на 12 місяців;

- спецвзутті - черевиках шкіряних за ГОСТом 28507-90 "Обувь специальная кожаная для защиты от механических воздействий. Общие технические условия" - на 12 міс;

- рукавицях комбінованих за ГОСТом 12.4.010-75 "ССБТ. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия» - на 2 міс; враховуючи необхідність роботи з віброінструментом, формувальник повинен одержувати також рукавиці антивібраційні за ТУ

78-349-75, виготовлені з бавовняних тканин та які мають на долоневій частині амортизаційну прокладку з поролону.

Крім наведених засобів індивідуального захисту, формувальник повинен працювати у захисній касці, захисних окулярах, користуватися протипилловим респіратором і засобами захисту органів слуху, а також під час роботи в умовах знижених температур - зимовим спецодягом - куртці на утеплюваній прокладці за ГОСТом 29335-92 "Костюмы мужские для защиты от пониженных температур. Технические условия" - на 36 місяців.

У відповідності до внутрішнього трудового розпорядку формувальник зобов'язаний:

- перед початком зміни прибути на змінно-зустрічні збори і одержати завдання на виконання робіт;

- виконувати тільки доручену роботу з дотриманням усіх вимог інструкції з охорони праці; виконувати вказівки старшого формувальника і майстра;

- не розпочинати роботу, якщо умови її виконання суперечать інструкції з охорони праці, або іншому документу, що регламентує безпечне виконання робіт, а також без інструктажу з охорони праці під час тимчасового переведення на іншу роботу і ставати до роботи тільки тоді, коли умови забезпечуть безпеку робітника і оточуючих;

- утримувати своє робоче місце і устаткування в справному стані і чистоті;

- зберігати необхідні в роботі інструмент і пристосування в справному стані;

- не допускати сторонніх осіб на ділянку виконання робіт;

- не розпивати спиртні напої на робочому місці і на території підприємства і не з'являтися на роботу у нетверезому і наркотичному стані.

Формувальник, як і всі працівники цеху, повинен знати і вміти надати першу (долікарську) допомогу потерпілому.

ВИСНОВКИ

Провівши аналіз ефективності споживання електроенергії ділянкою хвостової частини тонколистового стану ЦГПТЛ ПАТ «Запоріжсталь» були виявлені вузли механізмів з неефективним споживанням даного ресурсу. Для виправлення ситуації з неефективним використання електричної енергії було запропоновано ряд технічних заходів щодо зниження споживання.

Перший з них це встановлення пристрою плавного пуску для роботи насосів оборотного циклу лінії охолодження смуги хвостової ділянки стану. Встановлення даного пристрою дає можливість відключати насоси в разі непотреби в їх роботі, а також сприятливо впливає на роботу енергосистеми ділянки загалом та конкретно двигунів насосів. Економія електричної енергії від впровадження даного заходу складає 1116000 кВт·год.

Другий захід це заміна системи керування електроприводом 1-ої та 5-ої секціями конвеєра. Заміна системи релейно-контактна панель – двигун на систему тиристорний перетворювач – двигун дасть змогу економити електричну енергію за допомогою зміни швидкісних режимів роботи секцій. Також з'являється резервування керування приводом секцій у вигляді релейно-контактної панелі. Кількість електроенергії, що вдалося зекономити від впровадження складає 433087,2 кВт·год.

Дані технічні впровадження дають змогу досягти чималих результатів в економії електричної енергії. Ефективне використання електроенергії є одним з напрямків роботи ПАТ «Запоріжсталь», тому що він має безпосередній вплив на собівартість виробленої продукції.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ермилов, А. А. Электроснабжение промышленных предприятий/ А. А. Ермилов. — М.: Энергоатомиздат, 1983. — 208.
2. Рожкова, Л. Д. Электрооборудование станций и подстанций: учебник/Л.Д. Рожкова, В.С.Козулин, Москва. Энергоатомиздат. 1987г.- 246с.
3. Правила улаштування електроустановок. Четверте видання, перероблене й доповнене — Х.: Вид-во «Форт», 2011.— 736 с.
4. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Гмурман В.Е. — М.: Высш. Школа, 2000. — 480 с.
5. Мілютіна, О.С. Статистичний аналіз графіків навантаження трансформаторної підстанції/ О.С. Мілютіна, С.А. Левченко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Механіко – технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХП», 2017.- No 16 (1238). – С. 48-53./ Бібліогр.: 10 назв.- ISSN 2079-5459
6. Липкин, Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок М.: Высшая Школа, 1990. - 363 с
7. Воротницкий, В.Э. Нормирование и снижение потерь электроэнергии в электрических сетях: результаты, проблемы, пути решения. ОАО «НТЦ электроэнергетики».; ВНИИЭ; 2007. – 256с
8. Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть станций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учеб. пособие для вузов.Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков – 4-е изд., перераб. и доп. – М.:Энергоатомиздат, 1989.- 608с.
9. Железко Ю.С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях. - М.: НУ ЭНАС, 2002. - 280с.
10. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов.- М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592с.

11. Техника высоких напряжений. Учебник для студентов электротехнических и электроэнергетических специальностей вузов. Под общей ред. Д.В. Разевига. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Энергия, 1976. – 573с.

12. Железко Ю.С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. -176с.

13. Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем / В.Э Воротницкий, Ю.С. Железко, В.Н. Казанцев и др.: Под ред. В.Н. Казанцева. М.: Энергоатомиздат, 1983. – 268с.

14. Цирель Я.А., Поляков В.С. Эксплуатация силовых трансформаторов на электростанциях и в электросетях. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1985.-264с.

15. Блок В.М. Электрические сети и системы: Учеб. пособие для электроэнергет. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1986. – 430с.

16. Боровиков В.А. и др. Электрические сети энергетических систем. Учебник для техникумов. Изд. 3-е, переб. Л.: «Энергия», 1977. – 392с.

17. Воротницкий В.Э., Калинкина М.А. Расчет, нормирование и снижение потерь электроэнергии в электрических сетях. Учебно-методическое пособие. 2-е изд. - М.: ИПК госслужбы, 2002. - 57 с.

18. Правила технической эксплуатации и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Атомиздат, 1974 –352с.

19. Фёдоров А.А. «Основы по электроснабжению промышленных предприятий». –М.: Энергия, 1978.

20. Шапиро, И.З. Вероятностно – статистические модели для определения и прогнозирования потерь энергии в распределительных сетях 6-10 кВ.- Известия вузов. Энергетика. 1978 №4, с. 15-20.

21. Ящура, А. И. Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования. Справочник. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. – 504 с.

22.Воротніцкій, В.Е. Програма розрахунку технічних втрат потужності та електроенергії в розподільних мережах 6 - 10 кВ. - Електричні станції, 1999,В.Е. Воротніцкій, С.В. Заслонов, М .А. Калінкіна № 8, с.38-4

23. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования / Под ред. Ю.Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1991.– 178 с.

24. Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов / под. ред. Б.А.Князевского. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336с.

25. ГОСТ12.0.00374(1999) «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» Введ. 01.01.1976 -85с.

26. Методичні рекомендації до виконання та оформлення дипломних робіт(проектів) першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для студентів, які навчаються за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» всіх форм навчання. О. І.Коваленко, Л. Р. Коваленко, Л. Ю. Осипова. – Запоріжжя, ЗДІА, 2017 –60 с.

27. ГКД 341.004.00194 «Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 6-750 кВ» Введ. - Х.: Видавництво «ІНДУСТРІЯ» 2011.- 345с.

28. Харечко, Ю.В. Основы заземления электрических сетей и электроустановок зданий. 6-е изд., перераб. и доп. – М.: ПТФ МИЭЭ, 2012. – 304 с.

29. ГКД 34.20.507 «Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила» Введ 2003 -К.:Вид. Об'єднання енергетичних підприємств «галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» - 597с.

30. НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок»

31. «Вимоги до окремих видів пристроїв» ГОСТ 12.2.007.3-75 (2001) «ССБТ. Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В. Требования безопасности».