

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри КСУ
_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ
_____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
освітньо-професійної програми
«Комп'ютеризовані системи управління та робототехніка»
на тему:
«Автоматизація процесу плавлення сталі в дуговій печі»

Здобувача групи СУдн-94п

Лещотного Валерія Руслановича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело.

_____ Валерій ЛЕЩОТНИЙ
(підпис)

Керівник доцент кафедри КСУ, к.т.н., Георгій КУЛІНЧЕНКО _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Суми – 2023

№ строчки	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	№ екз.	Примітка
1			<u>Документація загальна</u>			
2			<u>Застосована</u>			
3	A4		Завдання кафедри	2		
4						
5			<u>Новорозроблена</u>			
6	A4	ТЗ	Технічне завдання	3		
7	A4		Анотація	2		
8	A4	СУдн-94П 6.151.04.ПЗ	Пояснювальна записка	53		
9						
10						
11						
12			<u>Документація конструкторська</u>			
13			<u>Знову розроблена</u>			
14						
15	A4	СУдн-94П 6.151.04.A1	Структурна схема автоматизації сталеплавильної дугової печі	1		
16	A4	СУдн-94П 6.151.04.A2	Функціональна схема сенсорно-панельного контролера СПК107/110	1		
17	A4	СУдн-94П 6.151.04.A3	Структурна схема сенсорно-панельного контролера СПК107/110	1		
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						

					<i>СУдн-94П 6.151.04.ДП</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>		<i>Лещотний В.</i>					
<i>Керівник</i>		<i>Кулінченко Г.</i>					
<i>Рецензент</i>							
<i>Н.контроль</i>							
<i>Затвердив</i>							
					Автоматизація процесу плавлення сталі в дуговій печі. Відомість проекту		
					<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
						2	1
					<i>Гр. СУдн-94П</i>		

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач кафедри КСУ
_____Петро ЛЕОНТЬЄВ
_____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра здобувачу вищої освіти
Лещотному Валерію Руслановичу

1. Тема кваліфікаційної роботи:

Автоматизація процесу плавлення сталі в дуговій печі

затверджена наказом по університету від “_31_” _березня_ 2023_р. №0314-VI

2. Термін здачі студентом закінченої роботи 04.06.2023 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Завдання кафедри, технічне

завдання на проектування, матеріали переддипломної практики.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (питання, що підлягають розробленню):

1. Загальна частина;

2. Спеціальна частина;

3. Охорона праці та безпека життєдіяльності;

4. Економічна частина.

5. Перелік графічних матеріалів

1. Структурна схема автоматизації сталеплавильної дугової печі

2. Функціональна схема сенсорно-панельного контролера СПК107/110

3. Структурна схема сенсорно-панельного контролера СПК107/110

6. КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

№ етапу	Зміст етапу виконання роботи	Термін виконання	Приміт.
1	<i>Розробка технічного завдання</i>	<i>13.05.23–17.05.23</i>	
2	<i>Загальна частина</i>	<i>17.05.23–21.05.23</i>	
3	<i>Спеціальна частина</i>	<i>21.05.23–22.05.23</i>	
4	<i>Розробка графічної конструкторської документації проекту</i>	<i>22.05.23–24.05.23</i>	
5	<i>Оформлення економічної частини і охорони праці та безпеки життєдіяльності</i>	<i>24.05.23–26.05.23</i>	
6	<i>Оформлення ПЗ, графічній конструкторській документації</i>	<i>26.05.23–01.06.23</i>	
7	<i>Здача роботи керівникові</i>	<i>01.06.23–03.06.23</i>	
8	<i>Здача роботи на рецензію</i>	<i>03.06.23–04.06.23</i>	

7. Дата видачі завдання

10.04.23р.

Керівник проєкту:

доцент кафедри КСУ, к.т.н.

Георгій КУЛІНЧЕНКО

(науковий ступінь, вчене звання, посада)

(підпис)

(прізвище, ініціали)

Здобувач:

студент гр. СУдн-94П

Валерій ЛЕЦОТНИЙ

(шифр групи)

(підпис)

(прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на проектування
автоматизації процесу плавлення сталі в дуговій печі

Розробник:
студент групи СУдн-94п

Валерій ЛЕЩОТНИЙ

Погоджено:
доцент кафедри КСУ, к.т.н.

Георгій КУЛІНЧЕНКО

Суми – 2023

ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС

Автоматизація процесу плавлення сталі в дуговій печі.

Компанія ОВЕН пропонує готове рішення для керування режимами роботи дугових сталеплавильних печей і підтримання струму дуги на встановленому рівні за допомогою вертикального переміщення графітових електродів.

МЕТА І ПРИЗНАЧЕННЯ РОЗРОБКИ

Переваги даної системи:

- Зниження собівартості продукції.

Високоточне керування переміщенням електродів скорочує час розплаву металу і потребує менше електроенергії, що призводить до зниження витрат на плавку.

- Підвищення енергоефективності.

Переведення керування переміщенням електродів на частотно-регульований привід змінного струму завдяки застосуванню ОВЕН ПЧВ знижує споживання електроенергії та підвищує енергоефективність печі.

- Аварійні повідомлення.

Надсилання сповіщень про роботу печі й аварії в режимі реального часу на смартфон або ПК за допомогою хмарного сервісу OwenCloud

ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

1. Електрометалургія сталі і феросплавів / Д.Я. Поволоцький, В.Е. Рошин, М.А. Рисс и др. : под ред. Д.Я. Поволоцького. К.: Металургія, 2018.-568 с.

2. Єгоров А.В. Електроплавильні печі чорної металургії. - К.: Металургія, 2019.-280 с.

3. Електричні промислові печі. Ч.2. Дугові печі і установки спеціального нагріву. А.Д. Свечансий, І.Т. Жердев, А.М. Кручинин и др. ; под ред. А.Д. Свечанского.-К. : Енергія, 2019.-296 с.
4. Никольский Л.Е., Смоляренко В.Д., Кузнецов Л.Н. Теплова робота дугових сталеплавильних печей. - К. : Металургія, 2019.-320 с.
5. Огороков Н.В. Дугові сталеплавильні печі.-К. : Металургія, 2019. -344 с.
6. Экономика предприятия: Учебное пособие / Под общ. ред. д. э. н., проф. Л. Г. Мельника. – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2002. – 632 с.
7. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоатомиздат, 2017. – 800с.
8. N. V. P. R. Durga Prasad, T. Lakshminarayana, et al., “Automatic Control and Management of electrostatic Precipitator”, IEEE Transactions on Industry Applications, pp. 561-567, Vol. 35, No. 3, May/June, 1999.
9. Ralf Joost and Ralf Salomon. “Advantages of fpga-based multiprocessor systems in industrial applications”. In 31st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2005). IEEE-I EON, November 2015.
10. <https://owen.ua/>
11. Nyman, Anthony. Charles Babbage, pioneer of the computer. — Oxford University Press, 2014.
12. Randell, Brian. The Origins of Digital Computers: Selected Papers.. — 2003.
13. Анісімов А.В. Інформаційні системи та бази даних: Навчальний посібник для студентів факультету комп’ютерних наук та кібернетики. / Анісімов А.В., Кулябко П.П. – Київ. – 2017. – 110 с.
14. Антоненко В. М. Сучасні інформаційні системи і технології: управління знаннями : навч. посібник / В. М. Антоненко, С. Д. Мамченко, Ю. В. Рогушина. – Ірпінь : Нац. університет ДПС України, 2016. – 212 с.
15. Воронін А. М. Інформаційні системи прийняття рішень: навчальний посібник. / Воронін А. М., Зіатдінов Ю. К., Климова А. С. – К. : НАУ-друк, 2009. – 136с.

АНОТАЦІЯ

Лещотний Валерій Русланович. Автоматизація процесу плавлення сталі в дуговій печі. Кваліфікаційна робота бакалавра. Сумський державний університет. Суми, 2023 р.

Кваліфікаційна робота бакалавра містить 53 листів пояснювальної записки, що включають 16 малюнків і 2 таблиць; графічну конструкторську документацію, що включає 3 креслення та презентацію.

Ключові слова: сталь, дуга.

Робота присвячена автоматизації процесу плавлення сталі в дуговій печі. Розроблено технічне завдання. Розглянуто загальну та спеціальну частину, де обґрунтовано застосування пристроїв автоматизації фірми ОВЕН. У результаті, представлений комплект конструкторської документації, що задовольняє всім поставленим завданням.

ABSTRACT

Leschotny Valery Ruslanovych. The automation of the steel melting process in an arc furnace. Bachelor's qualifying work. Sumy State University. Sumy, 2023.

The bachelor's qualification work contains 53 sheets of explanatory notes, including 16 figures and 2 tables; graphic design documentation, including 3 drawings and a presentation.

Key words: steel, arc.

The work is devoted to the automation of the steel melting process in an arc furnace. A technical task has been developed. The general and special part are considered, where the use of automation devices of the ARIES company is justified. As a result, a set of design documentation is presented that satisfies all the tasks.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри КСУ
_____Петро ЛЕОНТЬЄВ
_____ 2023 р.

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту
зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
освітньо-професійної програми
«Комп'ютеризовані системи управління та робототехніка»
на тему:
“*Автоматизація процесу плавлення сталі в дуговій печі*”

Керівник проєкту:
доцент, к.т.н.

Георгій КУЛІНЧЕНКО

Здобувач:
студент групи СУду-94п

Валерій ЛЕЩОТНИЙ

СУМИ 2023

Зміст

Перелік скорочень.....	3
Вступ	4
1. Загальна частина	5
1.1 Загальна характеристика електросталеплавильних печей.....	5
1.2 Позначення типів електросталеплавильних печей.....	5
1.3 Сутність процесу плавки в дугових печах.....	7
1.4 Дугові печі з електромеханічними приводами механізмів.....	10
1.5 Механізми для затиску й переміщення електродів.....	14
1.6 Елементи електрообладнання дугових печей.....	17
2. Спеціальна частина.....	20
2.1. Будова дугової плавильної печі.....	21
2.2 Автоматизація дугової печі.....	24
2.3. СПК1хх. Сенсорні панельні контролери з Ethernet.....	28
2.4 БП15, БП30, БП60 для промислової автоматики.....	31
2.5 ПЧВ1, 2. Перетворювач частоти векторний	32
2.6. ЛПО. Локальна панель оператора.....	34
2.7. МЭ110-220.3М. Модуль вводу параметрів електричної мережі	35
3. Охорона праці та безпека життєдіяльності.....	37
3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів розробляючого об'єкту.....	37
4 Економічна частина.....	42
4.1. Склад і структура основних фондів промислових підприємств. Стан основних фондів України.....	42
4.2. Облік витрат на промисловому підприємстві.....	46
Висновки.....	51
Список використаної літератури.....	52

					<i>СУдн-94П6.151.04.ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>	<i>Лецютний В.</i>				<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Кулінченко Г.</i>					2	53
<i>Реценз.</i>					<i>Гр. СУдн-94П</i>		
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затвердив</i>							
					<i>Автоматизація процесу плавлення сталі в дуговій печі.</i>		
					<i>Пояснювальна записка</i>		

Перелік скорочень

CODESYS (Controller Development System) – програмне забезпечення, спеціалізоване середовище програмування логічних контролерів. Торгова марка компанії 3S-Smart SoftwareSolutions GmbH.

Ethernet – послідовний інтерфейс зв'язку.

LAN (Local Area Network) – локальна мережа, що побудована на базі інтерфейсу Ethernet.

Modbus – відкритий промисловий протокол обміну, що розроблений компанією Modicon. Зараз підтримується незалежною організацією Modbus-IDA (www.modbus.org).

Retain-пам'ять – енергонезалежна пам'ять для зберігання значень Retain-змінних програми користувача.

Retain-змінні – змінні програми користувача, значення яких зберігаються при вимиканні живлення панелі.

RTC (Real Time Clock) – годинник реального часу.

USB (Universal Serial Bus) – послідовний інтерфейс зв'язку.

ОЗП (оперативний запам'ятовувальний пристрій) – енергозалежна частина системи пам'яті, у якій тимчасово зберігаються дані та виконуваний проект.

ПЗП (постійний запам'ятовувальний пристрій) – енергонезалежна пам'ять, що використовується для зберігання даних користувача та проекту.

ПК – персональний комп'ютер.

ПЗ – програмне забезпечення.

Функціональне заземлення – заземлення, що виконує функції підвищення завадостійкостіпанелі.

					СУдн-94П6.151.04.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		3

Вступ

В даний час близько 30% світової виплавки сталі припадає на електропечі. Вони мають перевагу перед іншими плавильними агрегатами, так як в них можна отримувати високу температуру металу, створювати окисну, відновну, нейтральну атмосферу і вакуум, що дозволяє виплавляти сталь будь-якого складу, розкислюють метал з утворенням мінімальної кількості неметалічних включень - продуктів розкислення. Тому печі використовують для виплавки конструкційних, високолегованих, інструментальних, спеціальних сплавів і сталей. Існують кілька груп печей: опорну, дугові, індукційні, плазмові та електронно-променеві.

У електроропечі можна отримувати леговану сталь з низьким вмістом сірки і фосфору, неметалевих включень, при цьому втрати легуючих елементів значно менше.

У процесі електроплавки можна точно регулювати температуру металу та його склад, виплавляти сплави майже будь-якого складу.

Електричні печі мають істотні переваги в порівнянні з іншими сталеплавильними агрегатами, тому високолеговані інструментальні сплави, нержавіючі шарикопідшипникових, жаростійкі і жароміцні, а також багато конструкційні сталі виплавляють тільки в цих печах.

Потужні електропечі успішно застосовують для отримання низьколегованих і високовуглецевих сталей мартенівського сортаменту. Крім того, в електропечах отримують різні феросплави, що представляють собою сплави заліза з елементами, які необхідно виводити в сталь для легування і розкислення.

					СУдн-94П6.151.04.ПЗ	Лист
						4
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

відкрита, З - закрита, Г - герметична). Після букв через дефіс пишеться цифра, що показує потужність печі (у мегавольт - амперах).

Назва печі	Опис
ДСП-100	дугова сталеплавильна піч із поворотним склепінням місткістю 100 т;
ІСТ-0,06	індукційна сталеплавильна тигельна піч місткістю 60 кг;
ІЧТ-6	індукційна чавуноплавильна тигельна піч місткістю 6,0 т;
ДСВ-11, 2-Г37	дугова сталеплавильна вакуумна піч із діаметром кристалізатора 1120 мм і масою одержуваного злитка 37 т (буква Г позначає використання глухого кристалізатора без витяжки злитка);
РПЗ-63	рудовідновлювальна піч прямокутної форми, закрита, із трансформатором потужністю 63 мВА;
ЕПП-1А-250	електронно-променева піч, що має одну аксіальну гармату, потужністю 250 кВт.

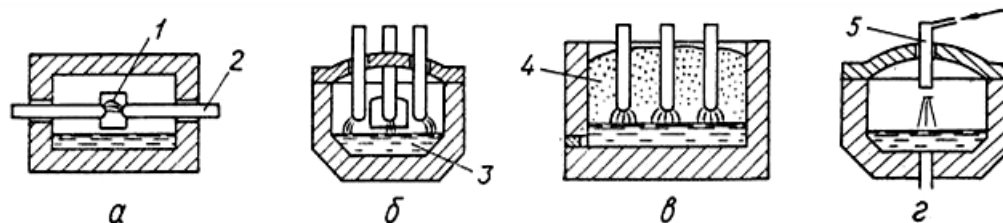
1.3 Сутність процесу плавки в дугових печах

Сутність процесу плавки в дугових печах полягає в тому, що якщо звести до зіткнення два вугільних електроди, з'єднаних із джерелом електроживлення, а потім розвести їх на деяку відстань, то між ними виникає безперервний розряд - електрична дуга.

Цей процес супроводжується виділенням великої кількості тепла й сліпучим яскравим світлом.

Залежно від способу передачі тепла від дуги до металу печі бувають непрямого, прямого, змішаного й плазмового нагріву (див. малюнок 1).

					<i>СУдн-94П6.151.04.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		7



а – непрямого нагріву; б – прямого нагріву; в – змішаного нагріву; г – плазмового нагріву

Малюнок 1 — Схеми дугових електропечей

При непрямому нагріві (див. малюнок 1, а) електричні дуги 1 горять між електродами 2 на деякій відстані від металу, а при прямому (див. малюнок 1, б) - між електродами 5 й нагріваємым металом, що є однією з ділянок електричного ланцюга. Для виробництва сталі в промислових умовах використовують переважно печі прямого нагріву.

У печах змішаного нагріву (див. малюнок 1, в) дуги горять під шаром твердої шихти 4, що оточує електроди. Шихта нагрівається теплом, що виділяється в дузі й безпосередньо в самій шихті при проходженні через неї електричного струму. Застосовуються такі печі головним чином для виробництва феросплавів і чавуну.

В установках плазмового нагріву (див. малюнок 1, г) тепло переноситься іонізованим потоком газу (аргон), який подається під тиском у плазмотрон 5. У цьому випадку можливість нагріву металу до 20000°C. Плазмені печі використовують для виплавки спеціальних сталей, сплавів і чистих металів.

Основні параметри електросталеплавильних печей:

параметри	одиниці виміру	ДСП-12	ДСП-25	ДСП-50	ДСП-100	ДСП-200
		8,0	12,5	20,0	32,0	50,0
1. Номінальна потужність пічного трансформатора	МВ•А	8,0	12,5	20,0	32,0	50,0
2. Діаметр ванни на рівні порога	М	3,4	4,0	5,1	5,16	6,96

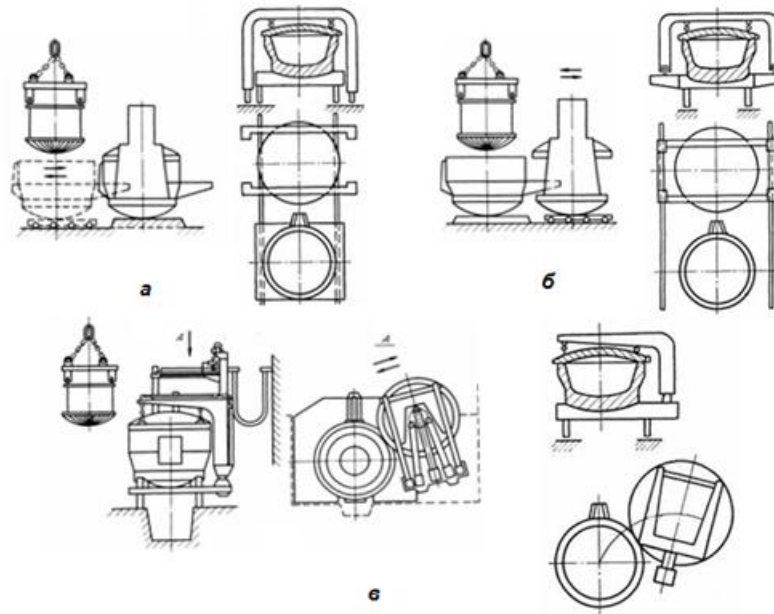
3. Глибина ванни від рівня порога	м	0,55	0,775	0,955	1,08	1,48
4. Діаметр електрода	м	0,35	0,40	0,50	0,55	0,61
5. Хід електрода	м	2,2	2,6	3,5	3,6	
6. Питома витрата електроенергії розплавлювання 1 т шихти	на кВт•год	470	460	440	415	400

Дугові печі по способу відкривання печі для завантаження ділять на три типи (дивись малюнок 2).

Печі, у яких при завантаженні шихти, склепіння підвішене до моста (порталу), піднімається й з-під нього викочується корпус печі, відносять до печей з корпусом, що викочується (див. малюк 2, а).

Печі, у яких склепіння піднімається над піччю й разом з мостом (порталом) від'їжджає убік завантажувального вікна або зливного отвору, відносять до печей з від'їжджаючим порталом (див. малюк 2, б).

Печі, у яких склепіння піднімається над піччю, а опорна колона зі склепінням і стояками повертається навколо осі на 60о- 90о (і відкриває робочий простір печі, відносять до печей зі склепінням, що відвертається (див. малюнок 2, в).

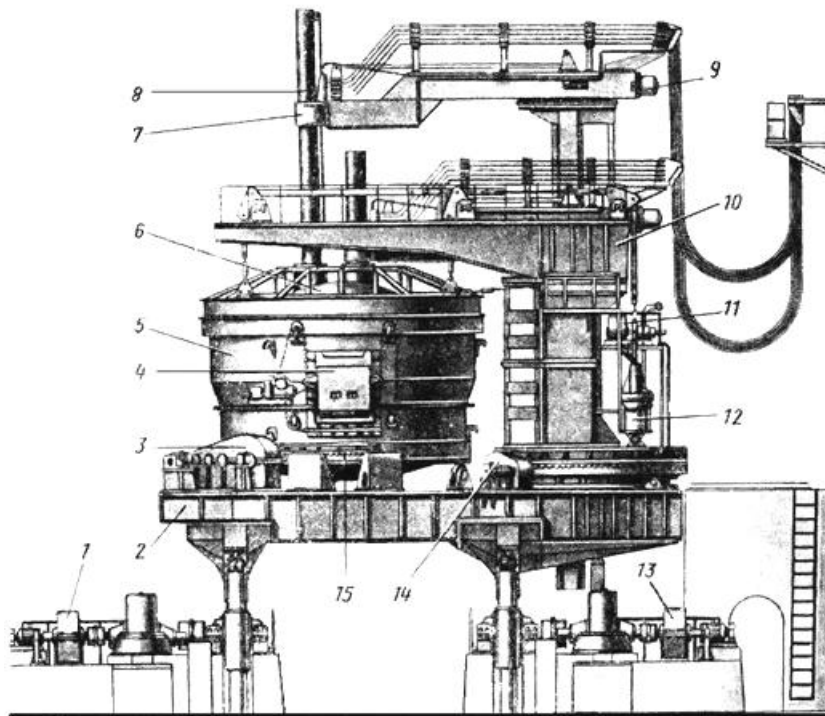


Малюнок 2 — Схеми завантаження дугових печей зверху.

1.4 Дугові печі з електромеханічними приводами механізмів

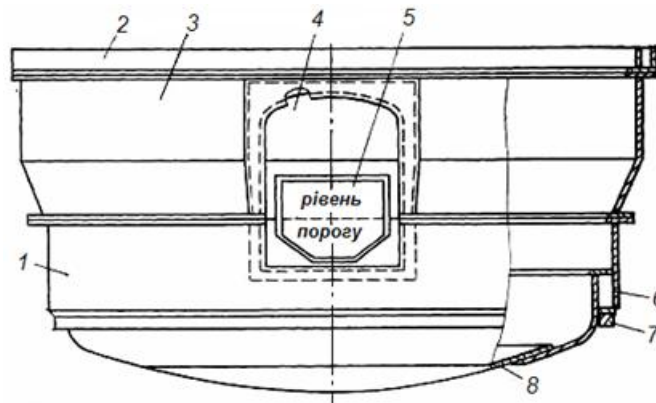
Дугова електрична піч (див. малюнок 3,) складається з таких основних вузлів: корпусу 5, робочого вікна 4, знімного купольного склепіння 6, опорного елемента печі (колиски) 2, напівпорталу 10, електродотримачів 7 з електродами 8, а також ряду механізмів - затиску електродів 9, переміщення електродотримачів 11, підйому склепіння 12, повороту напівпорталу 14, повороту корпусу 3, нахилу печі 1 і 13.

										Лист
										10
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						



Малюнок 3 — Дугова піч із електромеханічними приводами механізмів

Корпус (див. малюнок 4) призначений для утворення робочого простору печі. Він складається із днища 1 і кожуха 3.



Малюнок 4 — Корпус печі

Днище - це частина корпусу печі, розташоване нижче порога робочого вікна. Воно служить основою для футерівки, що утворить ванну для рідкого металу й шлаків. Нижня частина 8 днища виконана сферичною.

До днища приварене коробчасте кільце жорсткості 6, до якого кріплять кільцеву рейку 7 і зубчасті сегменти механізму повороту корпусу печі.

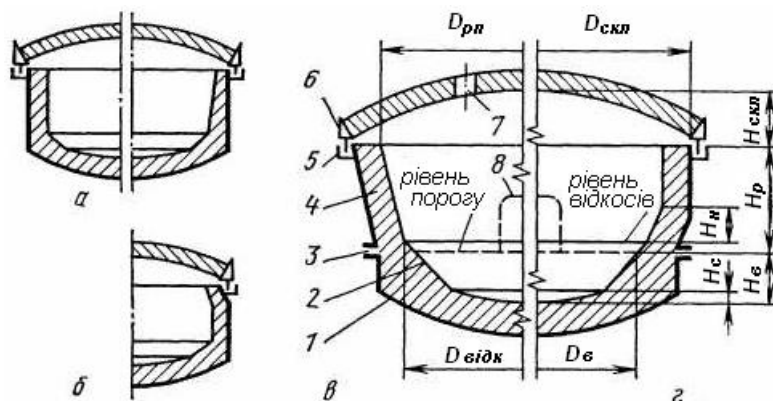
Кожух - це частина корпусу, розташований вище порога робочого вікна. За формою кожух виконаний циліндроконічним. Кожух з'єднаний із

днищем за допомогою пальців із клинами, що дозволяє від'єднувати й знімати його під час ремонту футерівки. До верхньої частини кожуха кріпиться кільце 2 піскового затвору. У корпусі зроблені два вирізи для робочого вікна 4 і зливного отвору 5, які для посилення корпусу обрамлені литими рамами. До рами корпусу біля зливного отвору під кутом 12° до горизонталі закріплений зливний носок, що представляє собою футерований відкритий жолоб. Довжина зливного носка залежить від розташування печі в пічному прольоті цеху й може становити від 1 до 3 м.

Робочий простір печі визначається конфігурацією кожуха, який в існуючих електропечей має різну форму. Більш широко використовуються печі з похилими (див. малюнок 5), циліндроконічними й циліндричними стінками; рідше зустрічаються печі зі стінками діжкоподібної форми. При цьому у всіх випадках форма склепіння й ванни, що вміщає метал і шлаки, однакова. Ванна, утворена футерівкою подини, має сфероконічну форму; нижня її частина сферична, а укоси 2, нахилені під кутом 45° до горизонталі. Такий нахил необхідний, щоб магнезитовий порошок при заправленні не зсипався з укосів униз (кут природного укосу магнезиту близький до 45°).

Сферична форма днища кожуха забезпечує мінімальні тепловтрати й витрату вогнетривів на кладку подини.

					<i>СУдн-94П6.151.04.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		12



а - кожух із циліндричними стінками; б – з діжкоподібними;
в - з похилими; м - із циліндроконічними;

1 - кожух; 2 - укуси; 3 - рознімання кожуха; 4 - футерівка; 5 - кільцевий
жолоб;

б - кільце склепіння; 7 - отвір у склепінні для електрода; 8 - робоче вікно

Малюнок 5 — Форма кожуха й робочого простору електропечей

Питання про вибір раціональної форми стінок електропечей дотепер залишається дискусійним. Перевагами печей із циліндричними стінками є: менші габарити, поверхня, що віддає тепло, й маса печі, менша довжина короткої мережі, що сприяють підвищенню електричного к.к.д. установки.

Основна перевага печей із циліндроконічними й похилими стінками – підвищення стійкості футерівки внаслідок їхнього віддалення від високотемпературних електричних дуг. При цьому циліндроконічні стінки більш кращі, тому що в печах з похилими стінками надмірно зростає діаметр склепіння.

Через це більша частина електропечей, що споруджувалися в останні роки на вітчизняних заводах, мають робочий простір із циліндроконічними стінками.

Футерівка дугової печі піддається впливу випромінювання електричних дуг, ударам шматків шихти при завантаженні, впливу шлаків і металу, що розідає, й термічних напруг, що виникають при різких

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

коливаннях температур під час завалки. Футерівка склепіння зазнає додаткових навантажень, які викликані розпірними зусиллями аркового склепіння. Тому застосовувані вогнетриви повинні мати високі вогнетривкість, термостійкість, міцність й шлакостійкість.

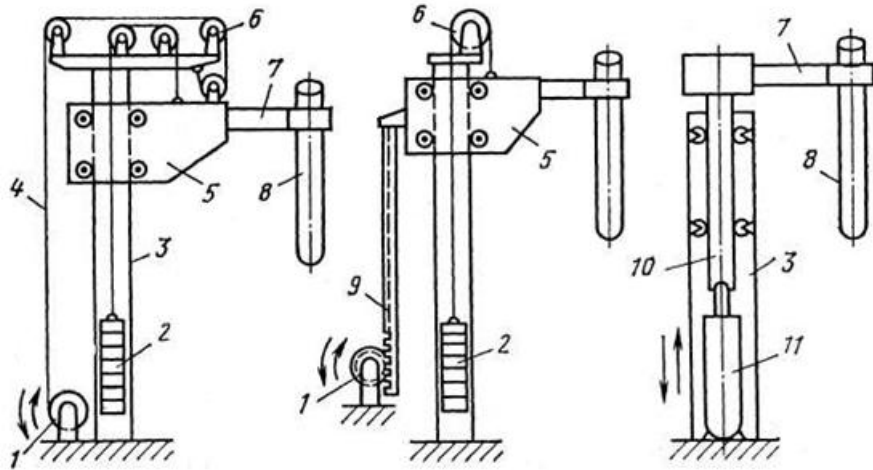
1.5 Механізми для затиску й переміщення електродів

Кожний із трьох електродів має свій незалежний механізм затиску й переміщення (див. малюнок 6).

Механізм складається з електродотримача й пристроїв, що забезпечують переміщення його з електродом у вертикальному напрямку. Застосовуються механізми переміщення електродів двох типів: з кареткою й з телескопічним стояком.

У першому (див. малюнок 6, а, б) електродотримач рукавом 7 кріпиться до каретки 5, що на направляючих роликах переміщається по нерухомому вертикальному стояку. У другому (див. малюнок 6, в) рукав 7 електродотримача закріплений на рухливому стояку, що переміщується усередині порожнистого вертикального нерухомого стояка.

					СУдн-94П6.151.04.ПЗ	Лист
						14
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		



а, б - з кареткою; в - телескопічним стояком

1 - привід; 2 - протизвага; 3 - нерухомий стояк; 4 - канат;
5 - каретка; 6 - блок; 7 - рукав електродотримача; 8 - електрод;
9 - рейка; 10 - рухливий стояк; 11 - гідроциліндр.

Малюнок 6 — Механізми затиску й переміщення електродів

Рухливу частину механізмів оснащують протизвагою, що дозволяє зменшити потужність приводу.

Привід, що переміщає електрод зі швидкістю 0,6 - 3 м/хв., може бути гідравлічним (див. малюнок 6, в) або електромеханічним з передачею руху від електродвигуна за допомогою системи тросів і блоків (див. малюнок 6, а) або зубчастої рейки (див. малюнок 6, б).

Електродотримач (див. малюнок 7) служить для затиску й утримання електрода в заданому положенні й для підведення до нього струму.

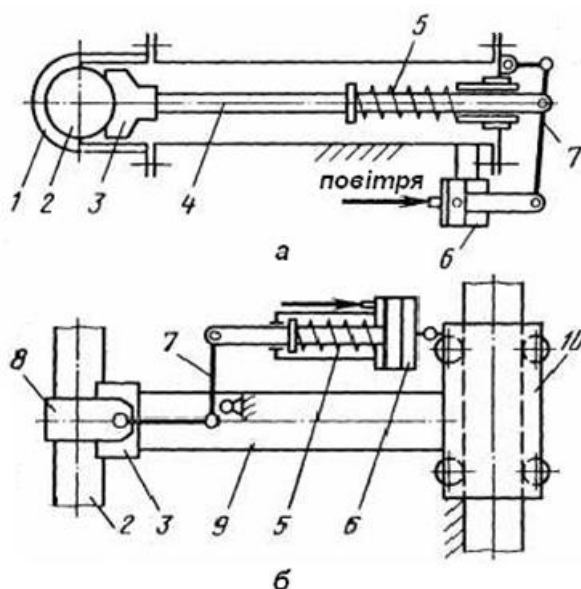
Він складається з рукава й закріплених на ньому голівки, затискного механізму й струмопідводу. Найбільше застосування отримали електродотримачі із пружинно-пневматичним механізмом затиску електрода.

Конструктивне виконання електродотримачів відрізняється різноманіттям, але залежно від способу затиску електрода в головці їх можна звести до двох різновидів.

В одному різновиді (див. малюнок 7, а) головка виконана у вигляді кільця або півкільця й рухливої натискної колодки. Електрод у робочому

положенні затиснутий у кільці колодкою за рахунок зусилля пружини. Якщо потрібно звільнити електрод, то в пневмоциліндр подають повітря, поршень і важільний механізм стискає пружину, переміщає колодку вправо, звільняючи електрод.

У другому різновиді (див. малюнок 7, б) головка складається з нерухомої колодки й хомута, що охоплює електрод.



- а – з рухливою натискною колодкою й нерухомим хомутом;
 б – з нерухомою натискною колодкою й рухливим хомутом;
 1 - півкільце; 2 - електрод; 3 - колодка; 4 - шток;
 5 - пружина; 6 - пневмоциліндр; 7 - система важелів;
 8 - хомут; 9 - рукав електродотримача; 10 – каретка

Малюнок 7 — Схеми електродотримачів

Електрод притиснутий до струмоведучої колодки за допомогою хомута за рахунок зусилля пружини, переданої важільною системою 7.

При подачі повітря в пневмоциліндр, хомут зміщається вліво, звільняючи електрод.

Голівка електроізолювана від рукава; на середніх і великих печах елементи голівки охолоджують водою. Струм до голівки подається за допомогою шин або труб, закріплених на ізоляторах зверху рукава.

Рукав, виготовлений у вигляді товстостінної труби або зварений з коробчастої балки, з'єднує головку з кареткою (див. малюнок 7, а, б) або з рухливим телескопічним стояком (див. малюнок 7, в).

1.6 Елементи електрообладнання дугових печей

Електричні печі - потужні споживачі енергії. Робоча напруга печі складає 100 - 800 У, а сила струму може вимірятися десятками тисяч ампер. До підстанції електросталеплавильного цеху електроенергія подається напругою до 110 кв. Висока напруга живить первинні обмотки пічних трансформаторів.

При наявності в цеху однієї або двох електропечей все електричне обладнання розміщують поблизу печей, а живлення подається високовольтним кабелем.

У цеху з декількома печами безпосередньо біля них розміщують тільки трансформатори й пульти управління, а всю високовольтну апаратуру виносять в окрему будівлю - так званий високовольтний розподільний пристрій. Від розподільного пристрою до трансформатора струм подається підземним високовольтним кабелем.

Основними елементами електрообладнання електропічної установки є роз'єднувач, головний автоматичний вимикач, дросель, перемикач щаблів напруги, пічний трансформатор, коротка мережа, захисні пристрої, вимірювальні прилади, автоматика.

Роз'єднувач служить для відключення електропічної установки, на лінії якої мають бути проведені ремонтні роботи, і для створення видимого розриву ланцюга. Включають і відключають повітряний роз'єднувач при знятому навантаженні.

Головний автоматичний вимикач призначений для відключення під навантаженням електричного ланцюга, по якій протікає струм високої напруги. На діючих електропечах застосовують масляні вимикачі, у яких

електрична дуга, що виникає при відключенні вимикача під навантаженням, гаситься маслом. Масляні вимикачі автоматично відключають електропіч, коли сила струму перевищує встановлену, наприклад у моменти коротких замикань, при обвалі шихти в процесі плавлення, коли електрод безпосередньо стикається з металом.

Дросель служить для збільшення стабільності процесу горіння електричних дуг, що досягає введенням у ланцюг додаткового індуктивного опору, і обмеження поштовхів струму при коротких замиканнях. Дросель включається послідовно на стороні високої напруги перед пічним трансформатором.

Перемикач щаблів напруги служить для регулювання потужності, що віддає трансформатором у періоди плавлення, легування й доведення сталі. Максимальну потужність необхідно підводити в період розплавлювання твердої шихти й меншу - у період легування.

Пічний трансформатор служить для перетворення електроенергії високої напруги в енергію низької напруги. Пічний трансформатор встановлюють в окремому приміщенні якнайближче до печі, щоб скоротити витрату міді на шини й зменшити активний і індуктивний опір короткої мережі.

Короткою мережею називають струмопідвід від виводів вторинної напруги пічного трансформатора до електродів. Коротку мережу поділяють на три частини: шини від вторинних виводів пічного трансформатора до виводів за стіну трансформаторного приміщення, гнучкий кабель до рукава електродотримача, шини або водоохолоджуємі труби над рукавом. Гнучка ділянка необхідна, тому що піч повинна нахилитися, а електроди переміщатися нагору або вниз.

Ділянка над рукавом виконують із мідних шин товщиною 10 - 12 мм або товстостінних водоохолоджуємих мідних труб. На всьому протязі короткої мережі струмопідвід надійно ізолюється від металевих конструкцій печі.

										Лист
										18
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						

Дугові печі обладнуються системами автоматичного регулювання положення електродів.

Автоматичний регулятор встановлюють для кожного електрода, що забезпечує погоджену роботу всіх трьох електродів. Регулятор складається із двигуна постійного струму, що здійснює через редуктор підйом і опускання електрода, і безпосередньо регулятора, що реагує на зміну електричного режиму в печі й відповідно чому включає електродвигун на підйом або опускання електрода.

Дугові електропечі обладнують також автоматичним захистом від аварій і порушень нормального електричного режиму.

Автоматичний захист здійснюється вмиканням у ланцюг захисних реле (реле максимального струму, реле мінімальної напруги, реле максимальної напруги).

Дуже часто при роботі електропечі відбуваються замикання у зв'язку із зіткненням електродів із шихтою.

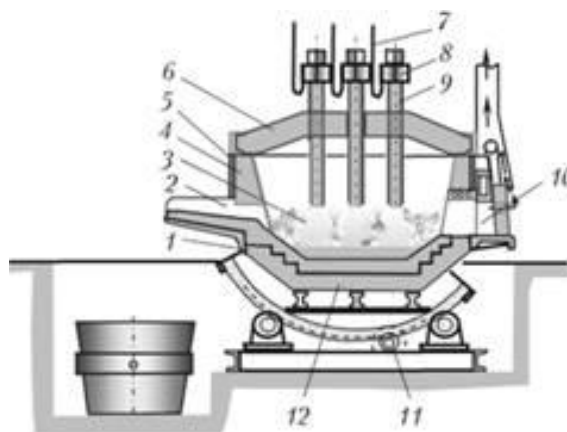
Подібні замикання ліквідуються автоматичними регуляторами, що піднімають електроди. Захисна апаратура вимикає піч тільки при тривалому замиканні, наприклад коли шматок шихти потрапив між електродами.

					<i>СУдн-94П6.151.04.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		19

2. Спеціальна частина

2.1. Будова дугової плавильної печі

Вони працюють на трифазному змінному струмі і мають три циліндричних електрода 9 з графітізованої маси (малюнок 8).



Малюнок 8. Схема дугового плавильної печі

Електричний струм від трансформатора по кабелях 7 підводиться до електротримачі 8, а через них - до електродів 9 і ванні металу. Між електродом і металевією шихтою 3 виникає електрична дуга, електроенергія перетворюється в теплоту, яка передається металу і шлаку випромінюванням. Довжина дуги регулюється автоматично, електроди принаймні згорання нарощують, свінчівая з новими електродами. Сталевий під печі футерован вогнетривкою цеглою 1 - основним або кислим. Плавильне простір обмежений стінками 5, облицьованими вогнетривкою цеглою 4, подини 12 і склепінням 6 з вогнетривкої цегли. Подину набивають вогнетривкою масою, склепіння печі знімний. Хід плавки контролюють через вікно 10. Готову сталь випускають через випускний отвір по жолобу 2 в ківш. Печ має привід 11 для нахилу в бік робочого вікна або жолоба.

У основній дуговій печі можна здійснювати плавку двох видів: на шихті з легованих відходів (методом переплаву) і на вуглецевої шихті (з окисленням домішок). У першому випадку плавку ведуть без окислення домішок. У сталь вводять легуючі елементи у вигляді феррорасплавов.

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						20

Порядок введення визначається спорідненістю легуючих елементів до кисню. Плавку на вуглецевої шихті з повним окисленням домішок проводять у тому випадку, якщо використовувані шихтові матеріали містять фосфор і значно відрізняються за складом інших елементів від заданої марки сталі.

Ємність дугових печей коливається в межах 0,5-400 т. При електровиплавке на 1 т сталевих злитків витрачається 600-1000 кВт-год електроенергії. Робоча напруга під час плавки становить 100-200 В на малих печах і 400- 600 В на великих, а сила струму вимірюється тисячами і десятками тисяч ампер.

2.2 Автоматизація дугової печі

Компанія ОВЕН пропонує готове рішення для керування режимами роботи дугових сталеплавильних печей і підтримання струму дуги на встановленому рівні за допомогою вертикального переміщення графітових електродів.

Переваги рішення

- Зниження собівартості продукції.

Високоточне керування переміщенням електродів скорочує час розплаву металу і потребує менше електроенергії, що призводить до зниження витрат на плавку.

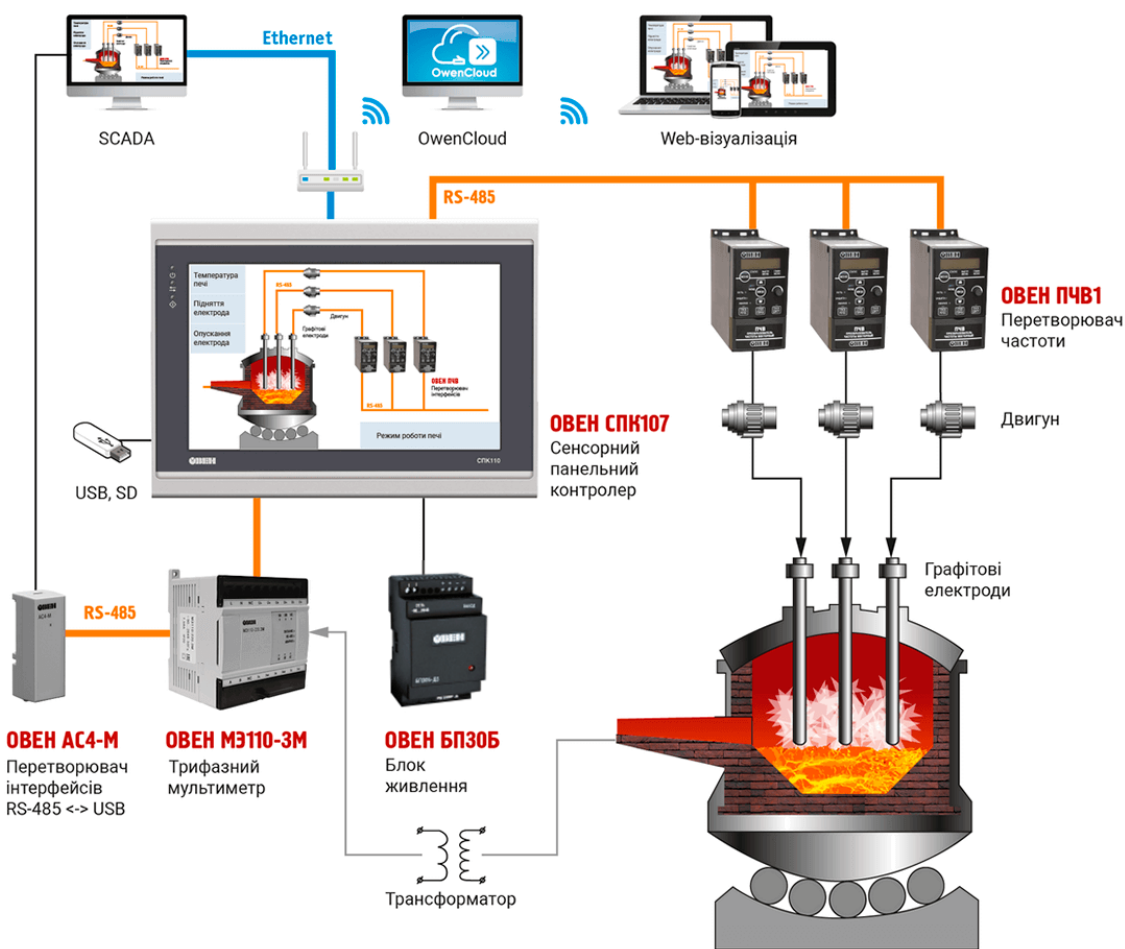
- Підвищення енергоефективності.

Переведення керування переміщенням електродів на частотно-регульований привід змінного струму завдяки застосуванню ОВЕН ПЧВ знижує споживання електроенергії та підвищує енергоефективність печі.

- Аварійні повідомлення.

Надсилання сповіщень про роботу печі й аварії в режимі реального часу на смартфон або ПК за допомогою хмарного сервісу OwenCloud.

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						21



Малюнок 9 Схема автоматизації дугової печі (10)

Опис автоматизованого процесу

Рішення призначене для автоматизації керування переміщенням електродів дугової сталеплавильної печі, що здійснюється за значенням сили струму дуги, яке виміряне модулем МЭ110. Модуль за інтерфейсом RS-485 передає значення сили струму на панельний контролер СПК107, який порівнює це значення з уставкою. У разі відхилення значення сили струму від уставки СПК107 подає керуючий сигнал на частотний перетворювач. ПЧВ керує підйманням або опусканням електрода печі за допомогою асинхронного двигуна змінного струму залежно від того, в який бік відхилився струм дуги від заданої уставки. З панельного контролера СПК107 виконується вибір режиму роботи печі, зміна уставок і оперативне керування. Для віддаленого моніторингу роботи печі й оповіщення про

аварійні ситуації система підмикається до хмарного сервісу OwenCloud. Крім керування рухом електродів, контролер СПК107 може керувати нахилом печі, охолодженням, відкриттям і закриттям зводу.

Властивості системи

- Точне керування переміщенням електродів запобігає їх поломці шихтою.
- Збільшення швидкості плавки металу завдяки точному керуванню.
- Скорочення кількості обривів дуги і коротких замикань.
- Ведення архіву подій в графічному і табличному вигляді.
- Розмежування прав для різних груп користувачів – доступ за паролем.
- Аварійні повідомлення через Telegram, e-mail, push-повідомлення.
- Інтеграція в SCADA-систему з підтримкою технології OPC.
- Безкоштовне зберігання архіву вимірювань на серверах ОВЕН терміном 90 днів з подальшою заміною старих даних новими.

Специфікація

Найменування	Кількість при замовленні
Сенсорний панельний контролер	1
Блок живлення	1
Перетворювач частоти	3
Локальна панель оператора з потенціометром для ПЧВ	3
Модуль вимірювання параметрів електричної мережі	1

Перетворювач інтерфейсів RS-485 <-> USB для налаштування MB110 1

2.3. СПК1xx. Сенсорні панельні контролери з Ethernet

Сенсорні панельні контролери СПК1xx з інтерфейсом Ethernet, поліпшеними технічними характеристиками, розширеним набором інтерфейсів і оновленим програмним забезпеченням є продовженням лінійки СПК1xx.

Рекомендуються до використання в системах HVAC, у сфері ЖКГ (ИТП, ЦТП), в АСУ водоканалів, сфері виробництва будівельних матеріалів, а також для керування кліматичним обладнанням.

Сенсорні панельні контролери СПК1xx з Ethernet є розвитком лінійки СПК1xx. Мають поліпшені технічні характеристики, розширений набір інтерфейсів і оновлене програмне забезпечення.

Переваги використання

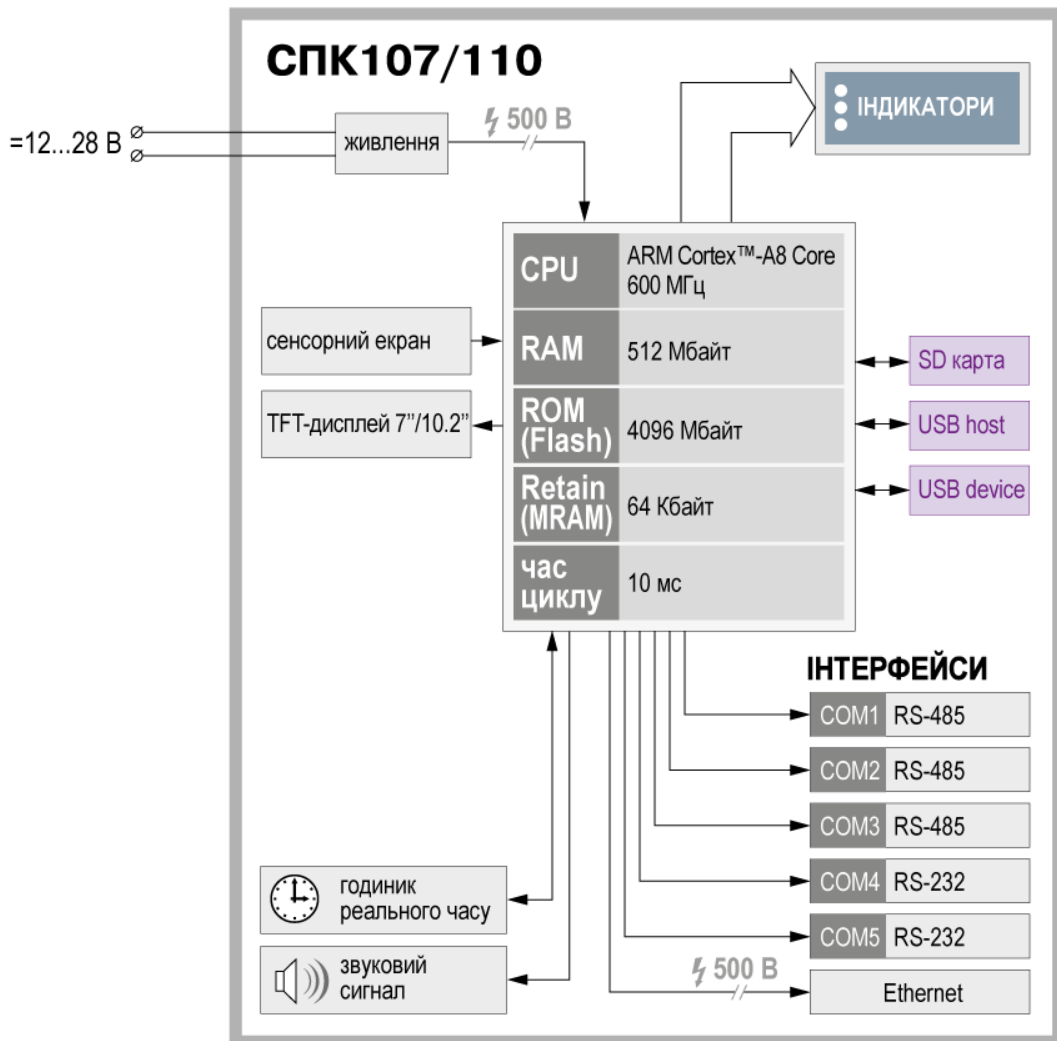
- Розробка алгоритмів керування та візуалізації в єдиному середовищі програмування.
- Економія монтажного простору в шафі автоматики.
- Зниження загальної вартості автоматизованої системи керування.

Відмінні особливості

- Об'єднання функцій програмованого контролера і панелі оператора в одному корпусі (ПЛК+HMI).
- Сенсорний резистивний дисплей 7" або 10.2" (800×480).
- Широкий набір комунікаційних інтерфейсів: Ethernet, 3×RS-485, 2×RS-232, USB Host, USB Device, слот для SD-карт.
- Програмування в середовищі CODESYS V3.5 SP11 Patch 5.
- Підтримка протоколів обміну Modbus (RTU, ASCII, TCP), OVEN, можливість реалізації нестандартних протоколів.

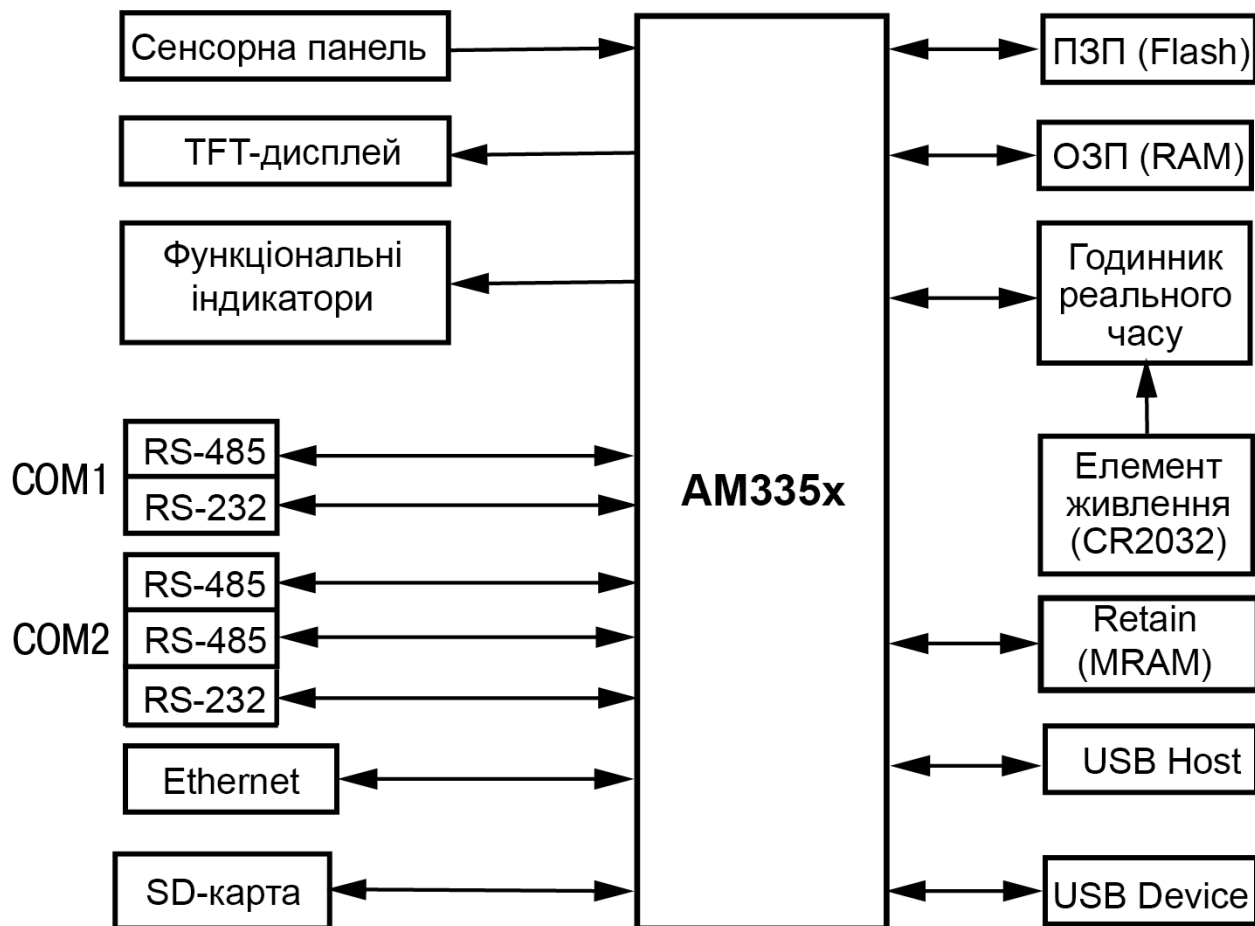
						Лист
						24
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	СУдн-94П6.151.04.ПЗ	

- Підтримка протоколів NTP, FTP.
- Можливість оновлення проєктів і вбудованого ПЗ (прошивки) з USB-і SD-накопичувачів.
- Підтримка web-візуалізації.
- Вбудована операційна система Linux.
- Гнучко настроюваний сторожовий таймер (WatchDog).
- Збільшення кількості точок вводу / виводу шляхом підмикання зовнішніх модулів вводу / виводу за будь-яким з вбудованих інтерфейсів.
 - До комплекту постачання входить перехідник "DB9-клеми" (з вбудованими узгоджувальними резисторами 120 Ом, що підмикаються через DIP-перемикачі).
 - Повна сумісність з попередніми модифікаціями (габаритні розміри, можливість імпорту проєктів).
 - Ступінь захисту IP65.



Малюнок 10 Функціональна схема СПК107/110

Структурну схему панелі представлено на рисунку нижче:



Малюнок 11 – Структурна схема панелі

Апаратна платформа пристрою побудована на 32-розрядному RISC-процесорі ARM Cortex A8 серії AM335x.

Панель підключається до ПК за допомогою інтерфейсів USB Device та Ethernet.

Програма користувача, яку створено на ПК в CODESYS, завантажується і зберігається в ПЗП панелі.

При запуску програма користувача переноситься в ОЗП і виконується безпосередньо з ОЗП.

Кольоровий TFT дисплей конструктивно поєднаний із сенсорною панеллю, чутливою до дотиків.

Елементи програми користувача можуть відображатися і ними можна управляти у діалогових вікнахекрану.

За допомогою інтерфейсу USB-Host до пристрою можуть бути підключені зовнішні USB-флеш-

накопичувачі інформації і USB HID пристрої (клавіатура, миша). У панелі передбачено слот для

підключення карт флеш-пам'яті формату SD

Пристрій оснащено годинником реального часу з резервним живленням від літієвого елемента

живлення. У разі відключення живлення пристрою, годинник реального часу продовжує функціонувати.(10)

2.4 БП15, БП30, БП60 для промислової автоматики

Промислові блоки живлення ОВЕН БП15, БП30, БП60 призначені для живлення широкого спектру радіоелектронних пристроїв стабілізованою напругою постійного струму – релейної автоматики, контролерів тощо.

Номинальна вихідна потужність блоків живлення: 15, 30 та 60 Вт.

Кожен блок живлення має модифікації 8-ми номіналів вихідної напруги: 5, 9, 12, 15, 24, 36, 48 та 60 В, що дає змогу використовувати їх у різних галузях для різноманітних застосувань, а саме:

- Промислова автоматика (живлення пристроїв, датчиків та виконавчих механізмів

- Транспорт
- Охоронні та пожежні системи
- Відеоспостереження
- Системи контролю доступу та домофонні системи
- Торгове обладнання, автомати та термінали самообслуговування
- Світлодіодне освітлення
- Зовнішня реклама, лайтбокси

- Телекомунікації та зв'язок (у тому числі станції мобільного зв'язку)
- Локальні мережі та інтернет

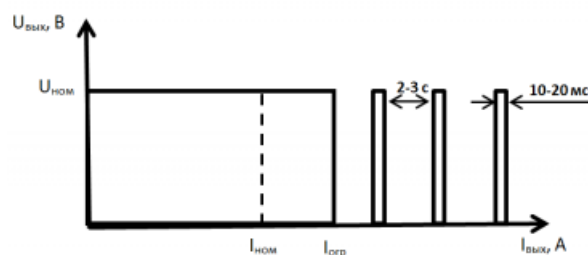
Блоки живлення БП15, БП30, БП60 виготовляють у пластикових корпусах з кріпленням на DIN-рейку. Використовуються для побудови систем електроживлення різної складності, у тому числі розподілених систем.

Основні функції

- Перетворення змінної (постійної) напруги у постійну стабілізовану напругу.
- Стабільна робота в широкому діапазоні вхідної напруги без зниження характеристик вихідної напруги.
- Упевнений запуск навантаження з великими вхідними ємностями (панелі оператора, модеми тощо).
- Захист від перенапруги та імпульсних завад на вході.
- Захист від перевантаження, короткого замикання та перегрівання.
- Регулювання вихідної напруги за допомогою внутрішнього підлаштування резистора в діапазоні $\pm 8\%$ від номінальної вихідної напруги зі збереженням потужності.
- Індикація про наявність напруги на виході.

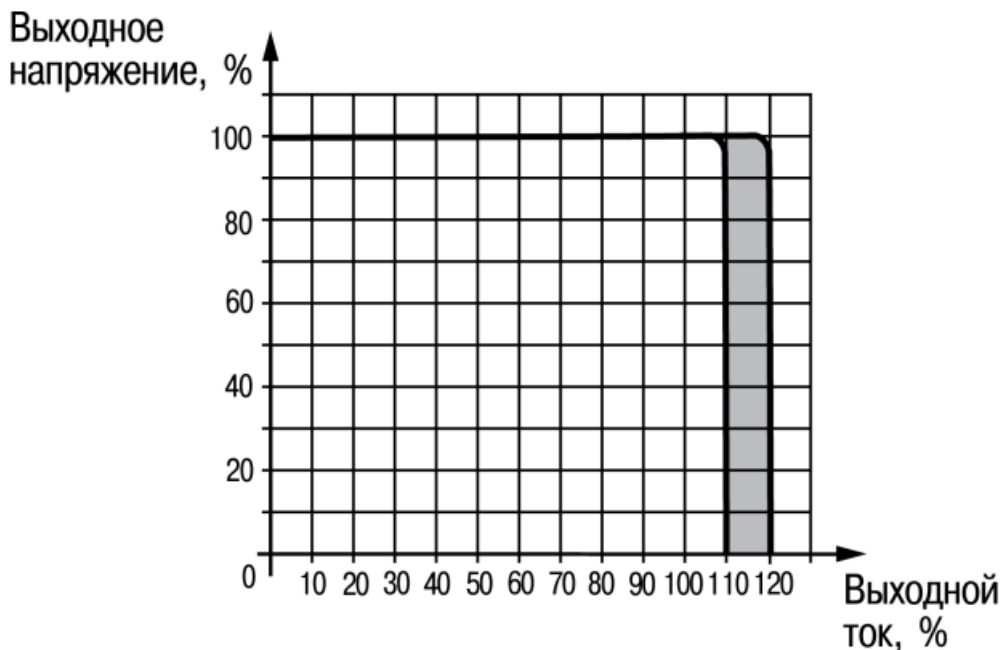
Функціональні можливості

Захист з перевантаження типу «відсічка»



										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						29

Захист з перевантаження типу «обмеження вихідного струму»



Захист з перевантаження типу «стабілізація вихідного струму»

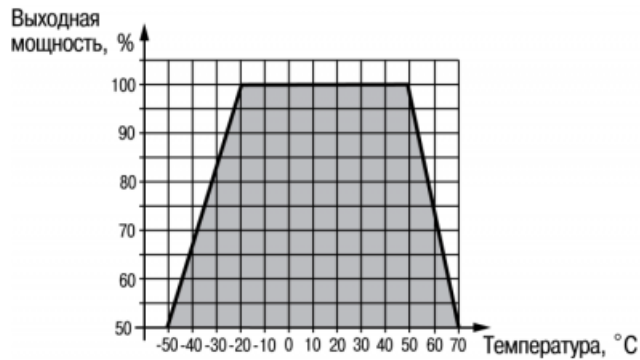
Модифікація пристрою	Тип захисту перевантаження по струму	від $I_{огр}$ в % от $I_{ном}$
БП15Б-х	відсічка	150
БП30Б-ДЗ-5,9,15,36,48,60	відсічка	150
БП60Б-х	Обмеження вихідного струму	110

Захист від короткого замикання

Під час виникнення короткого замикання блоки живлення ОВЕН БП15, БП30, БП60 переходять у режим «відсічки» до відновлення.

Захист від перегрівання

Під час перегрівання блоки живлення ОВЕН БП15, БП30, БП60 переходять у режим «відсічки».



Графік зниження потужності ОВЕН БП15, БП30, БП60 залежно від температури довкілля. Затемнена область на графіку показує діапазон температур та навантажень, у якому допускається експлуатування блоку живлення.(10)

2.5 ПЧВ1, 2. Перетворювач частоти векторний

Універсальна лінійка частотних перетворювачів може бути використана для керування приводами на основі асинхронних двигунів у промисловості та комунального господарства. Широкий спектр функцій для вирішення основних завдань частотного керування.

Основні функціональні можливості:

- Плавний пуск та зупинка двигуна, у тому числі відкладене запускання та пуск під навантаженням за S-подібний характеристикою прискорення;
 - Балансування навантаження та ковзання;
 - Вольт-частотний або векторний алгоритми керування;
 - Автоматична адаптація двигуна без повороту;
 - Автоматична оптимізація енергоспоживання, яка забезпечує найвищий рівень енергоефективності;
- Повна функціональна та апаратна діагностика та захист роботи ПЧВ;

- Вбудований мережевий дросель та дросель у ланці постійного струму;
- Вбудований ПИ-регулятор для керування у замкнутому контурі (підтримання тиску, температури, рівня, тощо);
- Вбудований ПЛК для вирішення завдань керування складними та позиціонування приводів
- Можливість роботи із зовнішніми інкриментальними екодерами, у тому числі підтримка малих частот обертання з великою точністю.
- Можливість динамічного гальмування, у тому числі із застосуванням гальмівних резисторів.
- Гнучка структура керування з можливістю одночасного контролювання за фізичними входами та інтерфейсом RS-485, що забезпечує зручну інтеграцію у сучасні системи керування та диспетчеризації.
- Простота налаштування у російськомовному конфігураторі або з використанням локальної панелі оператора. Швидкі меню та готові конфігурації під типові завдання.

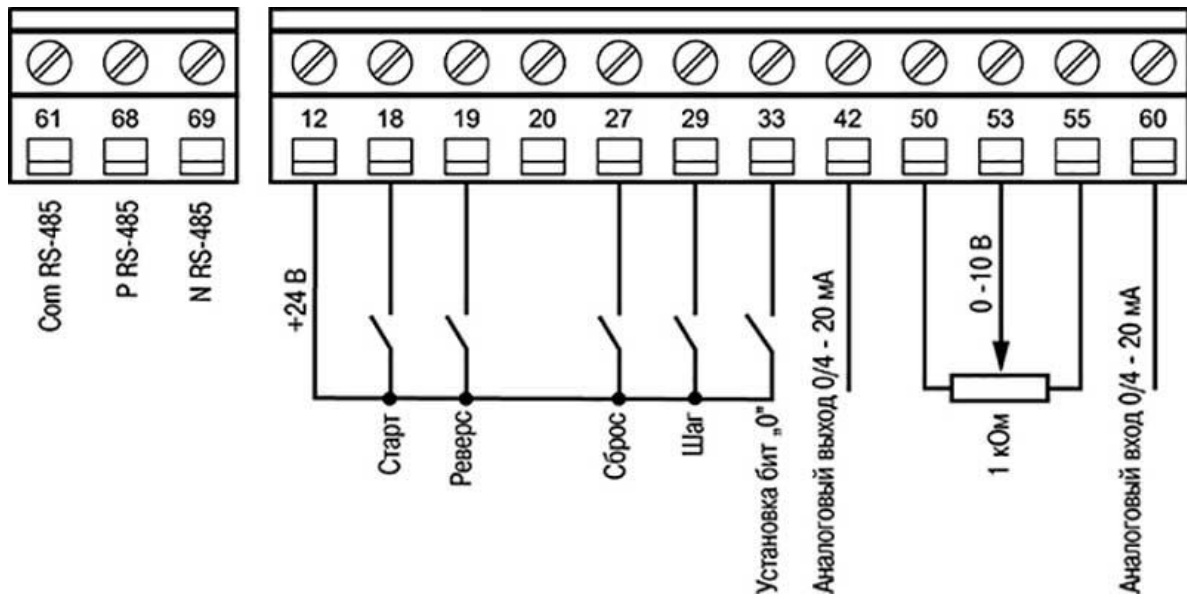
Основні параметри

- Живлення 1×220 В (0,18... 2,2 кВт) та 380 × 3 В (0,37... 22 кВт);
- Вихідна частоти до 400 Гц;
- Діапазон регулювання до 1:1000;
- Точність для підтримки швидкості до 0,1% від фактичної;
- Точність підтримання моменту до 0,5% від фактичного;

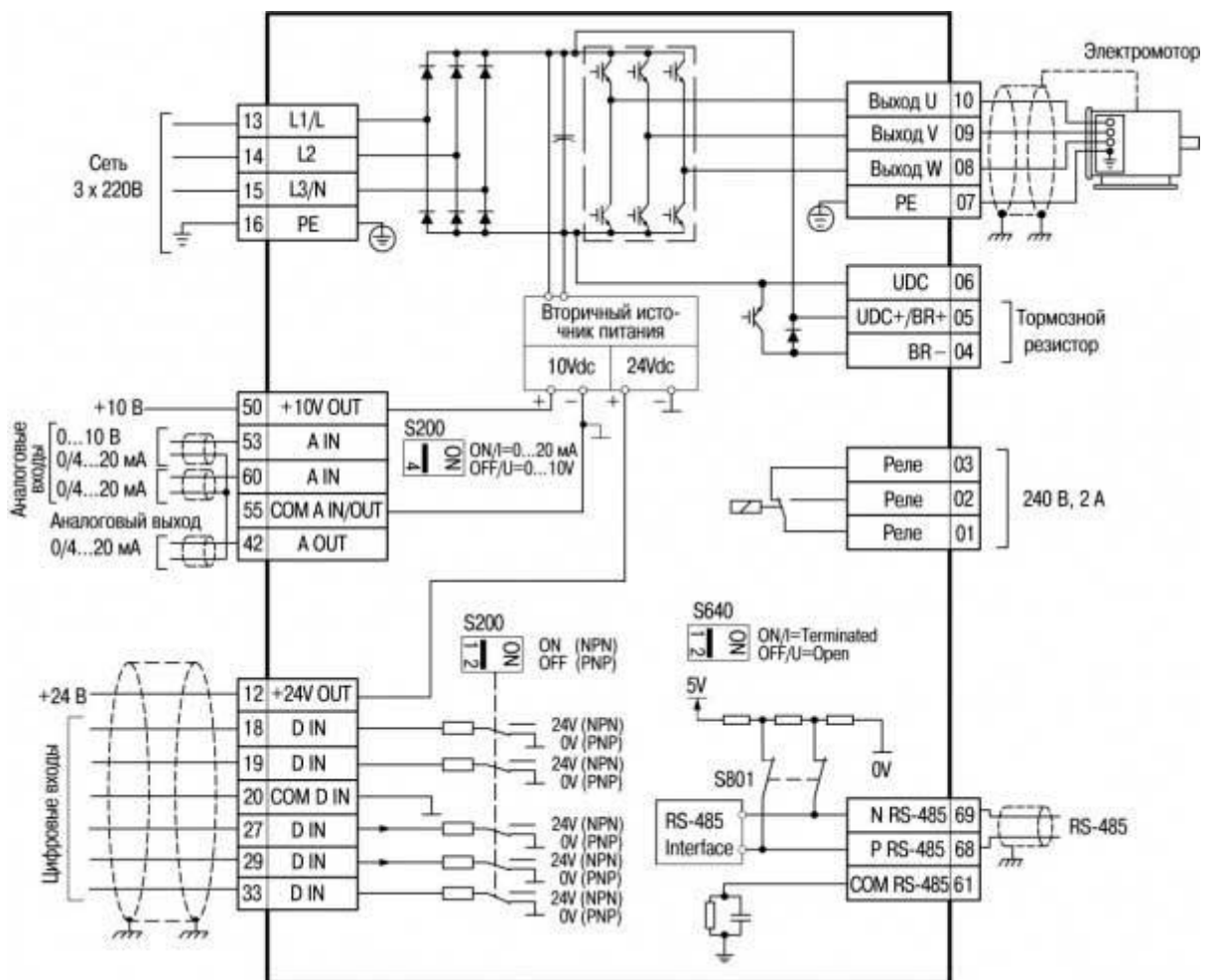
За електромагнітною сумісністю ПЧ належать до обладнання класу А за ГОСТ Р 51522

ОВЕН ПЧВ1,2 будуть кращим рішенням у технологічному обладнанні, де застосовується керований електропривід: станках, мішувачах, виробничих лініях, системах водопостачання, вентиляції, димососах, підйомно-транспортному обладнанні тощо.

					<i>СУдн-94П6.151.04.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		32



Малюнок 12 Клеми керування у конфігураціях PNP та заводських налаштуваннях параметрів пристрою



Малюнок 13 Схема електричних з'єднувань всіх клем пристрою (10)

2.6. ЛПО. Локальна панель оператора

Локальна панель оператора (ЛПО) призначена для зручного налаштування, програмування перетворювача частоти ПЧВ, а також для відображення параметрів стану та оперативного керування ПЧВ.

ЛПО1 (має вбудований потенціометр) та ЛПО2 (відсутній потенціометр на панелі) призначені для встановлення на ПЧВ1 та ПЧВ2. ЛПО3 встановлюється тільки на ПЧВ3, потенціометр на панелі відсутній. Запрограмований пристрій може функціонувати без ЛПО3, тому партія із кількох пристроїв може комплектуватися однією ЛПО3.(10)



Малюнок 14 ЛПО3

2.7. МЭ110-220.3М. Модуль вводу параметрів електричної мережі

Пристрій призначений для вимірювання напруги, сили струму, частоти, потужності, фазового кута та коефіцієнта потужності у трифазних мережах, перетворення виміряних параметрів у цифровий код та передавання результатів вимірювань у мережу RS-485. Пристрій може бути використаний у складі вимірювальних систем контролювання та керування технологічними процесами на промислових підприємствах та на об'єктах житлово-комунального господарства.

- Безпечне функціонування важливих технологічних вузлів (електрообладнання)
- Можливість ведення журналу змінень параметрів електричної мережі (при використанні МСД200 або СПК107)

Пристрій не є Майстром мережі, тому мережа RS-485 повинна мати Майстер мережі, наприклад ПК з працюючою на ньому SCADA-системою, контролер або регулятор. До пристрою надається безкоштовний OPC-драйвер та бібліотека стандарту WIN DLL, які рекомендується використовувати при підмиканні пристрою до SCADA-систем та контролерів інших виробників. Конфігурування пристрою здійснюється на ПК через адаптер інтерфейсу RS-485/RS-232 або RS-485/USB (наприклад, ОВЕН АС3-М або АС4) за допомогою програми «Конфігуратор М110», яка входить до комплекту постачання.

Пристрій відповідає вимогам за стійкістю до впливу завад за ГОСТ Р 51522 для обладнання класу А.

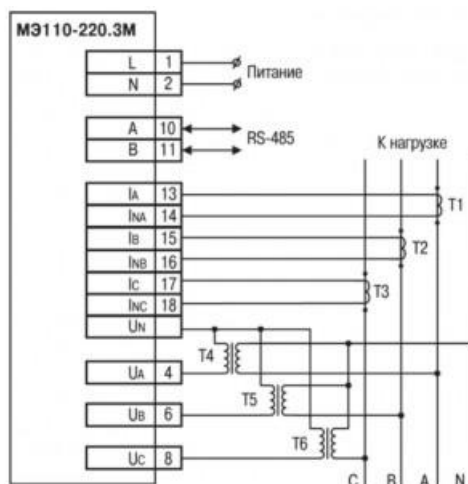
Модулі МЭ110 орієнтовані в першу чергу на вітчизняного споживача

МЭ110 є розробкою вітчизняного виробника засобів промислової автоматизації – компанії ОВЕН.

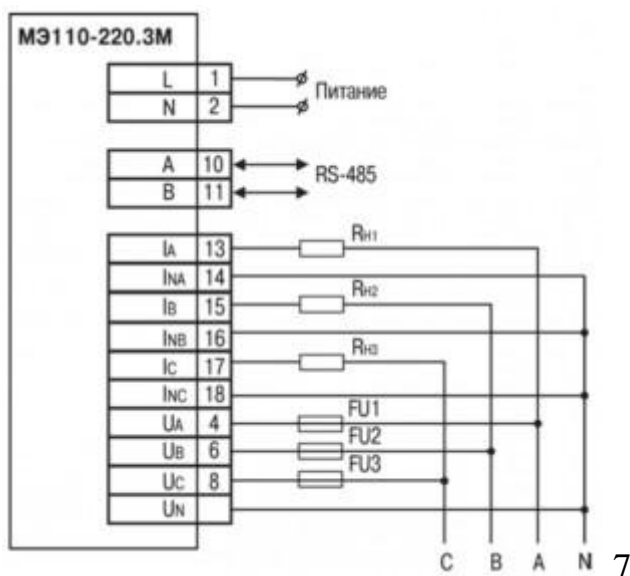
Все це означає:

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						35

- короткі терміни виробництва та постачання;
- зручність придбання через широку дилерську мережу;
- гарантійне та постгарантійне обслуговування;
- докладну документацію;
- технічну підтримку та навчання;
- відкритість вашим ідеям при розширенні лінійки.



Малюнок 15 Підмикання пристрою до трифазної мережі через узгоджувальні трансформатори



*FU1, FU1, FU3 – плавки запобіжники 1,0 А / 600 В
(типу ВПТ6-33)*

Малюнок 16 Підмикання пристрою до трифазної мережі (10)

3. Охорона праці та безпека життєдіяльності

3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів розробляючого об'єкту.

Керування всією системою дугової печі буде вести оператор. Вся інформація, що надходить, обробляються пристроями фірми ОВЕН. Оператор може контролювати роботу системи зчитуючи дані з дисплея.

Наявний у даний час у нашій країні комплекс розроблених організаційних заходів і технічних засобів захисту, накопичений передовий досвід роботи ряду контрольно вимірювальних центрів показує, що мається можливість домогтися значно великих успіхів у справі усунення впливу на працюючих небезпечного і шкідливого виробничого факторів. Однак стан умов праці і його безпеки в ряді контрольно вимірювальних і захисних центрів повітряних ліній ще не задовольняють сучасним вимогам. Оператори ще зіштовхуються з впливом таких фізично небезпечних і шкідливих виробничих факторів, як підвищений рівень шуму, підвищена температура зовнішнього середовища, чи відсутність недостатня освітленість робочої зони, електричний струм, статична електрика й інші.

Багато співробітників контрольно вимірювальних і захисних центрів зв'язані з впливом таких психофізичних факторів, як розумова перенапруга, перенапруга зорових і слухових аналізаторів, емоційні перевантаження. Вплив зазначених несприятливих факторів приводить до зниження працездатності, викликаний стомленням, що розвивається. Поява і розвиток стомлення зв'язаний зі змінами, що виникають під час роботи в центральній нервовій системі, з гальмовими процесами в корі головного мозку. Наприклад сильний шум викликає труднощі з розпізнанням кольірних сигналів, знижує швидкість сприйняття кольору, гостроту зору, зорову адаптацію, порушує сприйняття візуальної інформації, зменшує на 5-12% продуктивність праці. Тривалий вплив шуму з рівнем звукового тиску 90 дБ

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						37

знижує продуктивність праці на 30-60 %.

На сталеварних станах мають місце такі види небезпеки, які є загрозою для здоров'я та життя обслуговуючого персоналу:

- ураження електричним струмом;
- травмування рук та інших частин тіла під час роботи з приводами.

Основним засобом захисту від ураження електричним струмом являється хороша ізоляція струмоведаччих частин електроустановки, а також встановлення кожухів та огорож неізольованих струмоведаччих частин. Поряд з цим передбачене використання електрозахисних засобів та спецодягу.

До потенційно-небезпечних частин електроустановок відносяться неструмоведаччі частини, на яких може з'явитися напруга внаслідок пошкодження ізоляції.

Ураження електричним струмом на території підстанції може статися при: двофазному дотику до неізольованих частин електроустановок, однофазному дотику неізольованої від землі людини до неізольованих струмоведаччих частин; наближенні на небезпечну відстань до струмоведаччих частин (корпусу силового трансформатора); дотику до струмоведаччих частин електроустановок, що виявилися під напругою внаслідок замикання на корпус; потраплянні під крокову напругу в зоні розтікання струму; звільненні людини, що знаходиться під напругою.

Тривале перебування людини в зоні комбінованого впливу різних несприятливих факторів може привести до професійного захворювання. Аналіз травматизму серед працівників підстанцій показує, що в основному нещасливі випадки походять від впливу електричного струму.

Електричні установки, до яких відноситься практично все устаткування ЕОМ, підстанції, а також цифрові реле, представляють для людини велику потенційну небезпеку, тому що в процесі чи експлуатації, проведенні профілактичних робіт людина може торкнутися частин, що знаходяться під напругою. Специфічна небезпека електроустановок: струмоведаччі провідники, корпуси ЕОМ і іншого устаткування, який опинився під

напругою в результаті ушкодження (пробою) ізоляції, не подають яких-небудь сигналів, що попереджають людини про небезпеку. Реакція людини на електричний струм виникає лише при протіканні останнього через тіло людини. Винятково важливе значення для запобігання електротравматизму має правильна організація обслуговування діючих електроустановок, проведення ремонтних, монтажних і профілактичних робіт. При цьому під правильною організацією розуміється строге виконання ряду організаційних і технічних заходів і засобів, установлених діючими “Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів і правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів” (ПТЕ і ПТБ споживачів) і “Правила установки електроустановок” (ПУЕ). У залежності від категорії приміщення необхідно прийняти визначені міри, що забезпечують достатню електробезпечність при експлуатації і ремонті електроустаткування. Так, у приміщеннях з підвищеною небезпекою електроінструменти, переносні світильники повинні бути виконані з подвійною чи ізоляцією їхня напруга харчування не повинне перевищувати 42В. В особливо небезпечних же приміщеннях напруга живлення переносних світильників не повинне перевищувати 12В, а робота з напругою не вище 42В дозволяється тільки з застосуванням (діелектричних рукавиць, ковриків і т.п.). Роботи без зняття напруги на струмоведучих частинах і поблизу їх, роботи проведені безпосередньо на цих чи частинах при наближенні до них на відстань менш установленого ПУЕ. До цих робіт можна віднести роботи з налагодження окремих вузлів, блоків. При виконанні такого роду робіт в електроустановках до 1000 В необхідно застосування визначених технічних і організаційних мір, таких як:

огородження, розташовані поблизу робітника місця й інших струмоведучих частин, до яких можливо випадковий дотик;

робота в діелектричних рукавицях, чи стоячи на діелектричному коврику;

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						39

підприємством-власником оригіналів конструкторської документації і з підприємством-виготовлювачем.

При експлуатації пристрою рекомендується не рідше одного разу в три-п'ять років робити огляд, і при необхідності, перевірку основних параметрів. Перевірку взаємодії вимірювальних блоків і логічних кіл (тестова перевірка) рекомендується робити з дією на вихідні реле, сполучаючи перевірку з відключенням приєднання.

Рекомендується періодично порівнювати показання струмів у вимірювальному блоці з іншими приладами, побічно оцінюючи працездатність вимірювальної частини пристрою.

Контроль опору ізоляції пристрою повинний проводитися в холодному стані.

Перевірка електричної міцності ізоляції випробувальною напругою (не більш 1600В) повинна проводитися в холодному стані при закорочених затискачах, що відносяться до кожного електрично-незалежного кола. Проводиться перевірка міцності ізоляції різних незалежних груп кіл щодо корпусу (заземлюючого гвинта) і між собою.

					<i>СУдн-94П6.151.04.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		41

Метод прямого рахунку заснований на аналізі фактичних расходов розрахункового періоду. Під фактичними витратами розуміють витрати, що дійсно доводяться на даний об'єкт в даному періоді при фактичному об'ємі виробництва і рівні об'єму спожитих виробничих ресурсів, помноженому на ціни, що діють, на ці ресурси. Прічем контроль їх рентабельності може бути проведений таким чином, що фактичні витрати минулого періоду можуть розглядатися як планові витрати і протиставлятися фактичним витратам розрахункового періоду.

Головний недолік даного методу полягає в неможливості поточного контролю витрат. Фактичні витрати є результатом сумісної дії всіх визначальних їх чинників: коливань в завантаженні, зміни потужності, цін, а також прояву безгосподарності на підприємстві. При цьому не досягається головна мета обліку витрат, а саме: контроль економічності.

Найширше на промислових підприємствах по випуску товарів народного споживання застосовується нормативний спосіб. Калькуляція собівартості по нормативних витратах може застосовуватися там, де є місце повторення операцій при виробництві. Якщо ж немає повторення операцій, то неможливо встановити норми. Нормативна себестоимость є одним з видів собівартості, в процесі калькуляції якої використовують нормативи, затверджені підприємством. У їх число включається комплекс завдань, нормативів, норм і кошторисів, які використовуються для планування, організації і контролю виробничого процесу. Ці нормативи представлені у вигляді планових завдань, нормативних документів технічної підготовки виробництва, у вигляді нормативів витрат ресурсів і допоміжних матеріалів.

Відомо, що планову собівартість підприємства складають на квартал або рік (середня на квартал, на рік). Нормативну ж собівартість розраховують на місяць по цехах і підприємстві в цілому, при оцінці браку і залишків незавершеного виробництва. По кожному кварталу і року перевіряють відповідність планової і нормативної собівартості, аналізують і в

											Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата							48

їх методику вносять необхідні корективи в цілях підвищення обґрунтованості планових розрахунків.

Нормативний метод обліку витрат на виробництво характеризується наступними принципами організації обліку: попереднє складання нормативних калькуляцій на основі технічно обґрунтованих норм расхода, що діють, по основних статтях витрат на виробництво в натуральному і грошовому виразах;

1) облік змін поточних норм, що діють, і визначення впливу цих змін на собівартість продукції;

2) виявлення відхилень фактичних витрат від діючих норм по причинах і винуватцях.

Застосування системи нормативного обліку дозволяє використовувати нормативний спосіб калькуляції, при якій фактична собівартість продукції обчислюється шляхом алгебраїчного складання її нормативної собівартості і величини змін норм і відхилень від норм. Організація нормативного методу обліку дозволяє здійснити повсякденний і неперервний облік і контроль за поточними витратами.

У країнах ринкової економіки досить широко застосовується облік витрат за неповною собівартістю, тобто коли в калькуляцію включають не всі витрати на виробництво і збут продукції. Частина накладних витрат не відносять до собівартості окремих виробів, а безпосередньо вычитают з виручки за певний період під час визначення прибули. Класичним методом калькуляції за неповною собівартістю є облік за системою «директ-костинг», коли до собівартості окремих видів продукції відносять тільки прямі витрати, а до фінансового результату — косвенные. Як перевага даного принципу калькулювання слід назвати:

- можливість проведення аналізу беззбиткової на основі ділення витрат на постійних і змінних;

- використання гнучкішого ціноутворення, що дозволяє збільшити конкурентоспроможність продукції і уменшаєть можливість «осідання» продукції на складі;

- можливість визначення прибули, яку приносить продаж кожної додаткової одиниці продукції;

- планування цін і знижок на певний об'єм продажів.

Себестоимость - це один з ключових показників роботи

підприємства, який використовується для визначення потреби в оборотних коштах, плануванні прибули, для определения економічної ефективності окремих організаційно-технічних заходів і виробництва в цілому, для внутрізаводського планування, а також для формування цін. За даними обліку витрат визначаються результати діяльності структурних підрозділів і підприємства в цілому, оцінюється і аналізується виконання планових завдань за зниженню собівартістю і підвищенням ефективності виробництва.(б)

ВИСНОВКИ

ОВЕН пропонує готове рішення для керування режимами роботи дугових сталеплавильних печей і підтримання струму дуги на встановленому рівні за допомогою вертикального переміщення графітових електродів.

Переваги вибраного обладнання для автоматизації:

- Зниження собівартості продукції.

Високоточне керування переміщенням електродів скорочує час розплаву металу і потребує менше електроенергії, що призводить до зниження витрат на плавку.

- Підвищення енергоефективності.

Переведення керування переміщенням електродів на частотно-регульований привід змінного струму завдяки застосуванню ОВЕН ПЧВ знижує споживання електроенергії та підвищує енергоефективність печі.

- Аварійні повідомлення.

Надсилання сповіщень про роботу печі й аварії в режимі реального часу на смартфон або ПК за допомогою хмарного сервісу OwenCloud.

					СУдн-94П6.151.04.ПЗ	Лист
						51
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Електрометалургія сталі і феросплавів / Д.Я. Поволоцький, В.Е. Рошин, М.А. Рисс и др. : под ред. Д.Я. Поволоцького. К.: Металургія, 2018.-568 с.
2. Єгоров А.В. Электроплавильні печі чорної металургії. - К.: Металургія, 2019.-280 с.
3. Електричні промислові печі. Ч.2. Дугові печі і установки спеціального нагріву. А.Д. Свечансий, І.Т. Жердев, А.М. Кручинин и др. ; под ред. А.Д. Свечанского.-К. : Енергія, 2019.-296 с.
4. Никольский Л.Е., Смоляренко В.Д., Кузнецов Л.Н. Теплова робота дугових сталеплавильних печей. - К. : Металургія, 2019.-320 с.
5. Окороков Н.В. Дугові сталеплавильні печі.-К. : Металургія, 2019. - 344 с.
6. Экономика предприятия: Учебное пособие / Под общ. ред. д. э. н., проф. Л. Г. Мельника. – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2002. – 632 с.
7. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоатомиздат, 2017. – 800с.
8. N. V. P. R. Durga Prasad, T. Lakshminarayana, et al., “Automatic Control and Management of electrostatic Precipitator”, IEEE Transactions on Industry Applications, pp. 561-567, Vol. 35, No. 3, May/June, 1999.
9. Ralf Joost and Ralf Salomon. “Advantages of fpga-based multiprocessor systems in industrial applications”. In 31st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2005). IEEE-IECON, November 2015.
10. <https://owen.ua/>
11. Nyman, Anthony. Charles Babbage, pioneer of the computer. — Oxford University Press, 2014.
12. Randell, Brian. The Origins of Digital Computers: Selected Papers.. — 2003.

					СУдн-94П6.151.04.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		52

13.Анісімов А.В. Інформаційні системи та бази даних: Навчальний посібник для студентів факультету комп'ютерних наук та кібернетики. / Анісімов А.В., Кулябко П.П. – Київ. – 2019. – 110 с.

14.Антоненко В. М. Сучасні інформаційні системи і технології: управління знаннями : навч. посібник / В. М. Антоненко, С. Д. Мамченко, Ю. В. Рогушина. – Ірпінь : Нац. університет ДПС України, 2019. – 212 с.

15.Воронін А. М. Інформаційні системи прийняття рішень: навчальний посібник. / Воронін А. М., Зіатдінов Ю. К., Климова А. С. – К. : НАУ-друк, 2019. – 136с.

					<i>СУдн-94П6.151.04.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		53