

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

ННІ/факультет Навчально-науковий технологічний інститут
Кафедра Металургійних технологій
Спеціальність 136 – Металургія
Форма навчання Денна

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

САВЧЕНКА НАЗАРА ВІТАЛІЙОВИЧА

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

на тему Можливі варіанти реконструкції та шляхи подальшого розвитку прокатного виробництва ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»
(повна назва теми)

за матеріалами ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»
(повна назва бази дослідження)

науковий керівник к.т.н., доцент
(наук. ступінь, вчене звання)


(підпис)

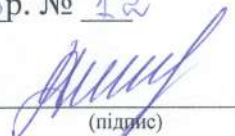
Коренко М.Г.
(прізвище, ініціали)

Робота допущена до захисту в ЕК

Протокол засідання кафедри

від 12.06 2025р. № 12

Завідувач кафедри


(підпис)

д.т.н., професор
Наук. ступінь, вчене звання

Д.О. Кассім
Ініціали, прізвище

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра металургійних технологій

Рівень вищої освіти
Спеціальність

перший (бакалаврський)
136 – Металургія
(шифр і назва)

Завідувач кафедри

ЗАТВЕРДЖУЮ


(підпис)

проф. Д.О. Кассім
(посада, вчене звання,
прізвище ініціали)

« 04 » 04

2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ(КИ)

САВЧЕНКУ НАЗАРУ ВІТАЛІЙОВИЧУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи бакалавра:

Можливі варіанти реконструкції та шляхи подальшого розвитку прокатного виробництва ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

керівник кваліфікаційної роботи Коренко Марина Георгіївна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «04» 04 2025 № 240-ст

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи до кафедри 07.06.2025

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи бакалавра: статті, патенти, промислові дослідження

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):







4.1. Аналітична частина: Дослідження Створення та розвиток комбінату «Криворіжсталь» та існуючий стан справ на ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Етапи розвитку дрібносортових, дровових станів та ливарно-прокатних агрегатів для виробництва дрібного сорту та катанки

4.2. Основна частина: Листовий ливарно-прокатний агрегат для ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Сортові ливарно-прокатні агрегати для ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Шляхи післявоєнного відновлення металургійної галузі України

4.3. Охорона праці: розглянути основні небезпечні та шкідливі чинники у прокатному виробництві, розглянути методи боротьби з ними.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): графічний матеріал що в повній мірі відповідає темі диплому та відображає його суть та запропоновані проектні рішення

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 Аналітична частина	Коренко М.Г., доцент		
2 Основна частина	Коренко М.Г., доцент		
3 Охорона праці	Коренко М.Г., доцент		

7. Дата видачі завдання «05» квітня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1.	Аналітична частина	15.05.2025	
2.	Основна частина	20.05.2025	
3.	Охорона праці	23.05.2025	
4.	Оформлення пояснювальної записки	05.06.2025	
5.	Виконання графічної частини	07.06.2025	
6.	Подання роботи до кафедри	07.06.2025	
7.	Захист роботи в ЕК	18.06.2025	

Студент

Керівник кваліфікаційної роботи


(підпис)


(підпис)

Савченко Н.В.
(прізвище та ініціали)

Коренко М.Г.
(прізвище та ініціали)

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кільк. листів	№ екз	Прим.
			<u>Документація загальна</u>			
1	A4	ННТІ ДУЕТ. ВРБ. ПЗ.	Пояснювальна записка	88		
2	A1	ННТІ ДУЕТ. ВРБ. 01	Етапи розвитку дрібносортових та дротових станів	1		
3	A1	ННТІ ДУЕТ. ВРБ. 02.	Етапи розвитку ливарно-прокатних агрегатів для виробництва дрібного сорту та катанки	1		
4	A1	ННТІ ДУЕТ. ВРБ. 03.	Листовий ливарно-прокатний агрегат для ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»	1		
5	A1	ННТІ ДУЕТ. ВРБ. 04.	Сортові ливарно-прокатні агрегати для ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»			
6	A1	ННТІ ДУЕТ. ВРБ. 05.	Шляхи післявоєнного відновлення металургійної галузі України	1		

					ННТІ ДУЕТ. 136. Металургія ВРБ. ПЗ,				
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	Відомість випускної роботи				
Розробив		Савченко Н. В.		07.08					
Керівник		Каренко М. Г.		07.08					
Консульт.		Каренко М. Г.		07.08					
Н. контроль		Кассім Д.О.		07.08					
Затвердив		Кассім Д.О.		07.08					
					Літера	Лист	Листів		
					Д	Т	1 1		
					ННТІ ДУЕТ каф. металургійних технологій гр. МЧМ-21				

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра:
94 стор., 20 рис., 68 літ. джерел.

Об'єкт дослідження – прокатні стани ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг».

Мета роботи – аналіз тенденцій розвитку дрібносортних та дротових станів, а також ливарно-прокатних агрегатів для виробництва листової та сортової продукції, катанки, розробка варіантів модернізації прокатного виробництва ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».

Методи дослідження - аналіз літературних даних, вивчення патентів щодо існуючих способів та схем розвитку виробництва високоякісних сортових профілів.

В роботі виконані дослідження світового ринку вжитку металопродукату. Оскільки всі металургійні підприємства України, що виробляють сортову та листову продукцію, мають застаріле прокатне виробництво, то чорна металургія України приречена стати сировинним додатком ЄС.

У роботі представлено аналіз тенденцій розвитку дрібносортних та дротових станів, а також ливарно-прокатних агрегатів для виробництва листової та дрібносортної продукції, викладено різні варіанти модернізації прокатного виробництва ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Їх реалізація дозволить суттєво знизити матеріальні, енергетичні та трудові витрати на виробництво прокату, розширити його сортамент та терміни виконання замовлень, знизити собівартість продукції і в кінцевому підсумку зробити комбінат конкурентоспроможним підприємством.

Запропоновано ключові положення реконструкції, що стосуються головної частини прокатних станів. Безумовно будуть необхідні менш глобальні реконструктивні заходи по технологічній лінії кожного з реконструйованих станів, пов'язані як зі збільшенням маси заготовки аж до 2 т, так і з підвищенням вимогою до якості продукції, можливим розширенням сортаменту. Безумовно буде

потрібно розробка або коригування калібрування валків, схем і режимів прокатки, застосування систем автоматики, ЕОМ, засобів контролю якості продукції

Запропонована реконструкція дозволить забезпечити отримання високоякісної прокатної продукції та зниження її собівартості, а також задовольнити внутрішню потребу України в частині сортового прокату, катанки, профілів для залізобетонних конструкцій та частково у листовому прокаті. Це зумовить необхідність розвитку доменного та сталеплавильного виробництв. Але це вже буде другий етап реконструкції.

В розділі «Охорона праці» проаналізовано можливі небезпеки і шкідливі виробничі чинники. На основі виконаного аналізу розроблено заходи, які забезпечать безпеку праці, при якому знижується або виключається можливість виникнення випадків виробничого травматизму, професійних захворювань, отруєнь, а також пожеж і вибухів на виробництві.

ТЕХНОЛОГІЯ, ПРОКАТНИЙ СТАН, ГОТОВИЙ ПРОКАТ, ЯКІСТЬ ПРОКАТНОЇ ПРОДУКЦІЇ, ЕТАП РЕКОНСТРУКЦІЇ, БЕЗПЕРЕРВНОЛИТІ ЗАГОТОВКИ, ЛИВАРНО-ПРОКАТНИЙ АГРЕГАТ.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	10
1.1. Створення та розвиток комбінату «Криворіжсталь» та існуючий стан справ на ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»	10
1.2. Етапи розвитку дрібносортих, дровових станів та ливарно-прокатних агрегатів для виробництва дрібного сорту та катанки	15
Висновки до розділу	36
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	37
2.1. Листовий ливарно-прокатний агрегат для ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»	37
2.2. Сортові ливарно-прокатні агрегати для ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»	45
2.3. Шляхи післявоєнного відновлення металургійної галузі України	62
Висновки до розділу	78
3 ОХОРОНА ПРАЦІ	79
3.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів на ДСС 250	79
3.2 Заходи щодо зниження шкідливостей і небезпек в умовах ДСС 250	81
3.3 Вибір засобів індивідуального захисту	82
3.4 Пожежна безпека	83
Висновки до розділу	84
ВИСНОВКИ	85
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	87

ВСТУП

Здатність реально оцінити стан та можливості чорної металургії, розташованої на території України, а також розробити ті заходи, які необхідно реалізувати для збереження існування чорної металургії як галузі.

Найбільш підготовленим до цього є комбінат ПАТ «Арсело-рМіттал Кривий Ріг». Образно кажучи, комбінат стоїть на високоякісній залізородній сировині, має в своєму розпорядженні підрозділи з видобутку і збагачення залізородної сировини, що входять до його складу, потужними коксо-хімічним і агломераційним виробництвами, відносно сучасними доменними і сталеплавильними цехами, а також блоком працездатних і блоком працездатних дрібносортих і дровових станів.

Поруч з цим є ряд істотних недоліків. Лише два стани - дрововий 150-1 і дрібносоротно-дротовий 250/150-6 можна з натяжкою віднести до сучасних станів.

Одним із ключових інвестиційних проектів є перехід на розлив сталі в МБЛЗ. Однак, розміщена ця МБЛЗ поблизу киснево-конвертерного цеху, як це традиційно робилося в минулому столітті, тобто поєднання її з одним з прокатних станів, що діють, в ливарно-прокатний модуль неможливий. Виключений також гарячий посад безперервнолитих заготовок в нагрівальні печі будь-якого прокатного стану.

Таким чином вже на першому етапі переходу на безперервне розливання сталі або здійснена стратегічна помилка, або свідомо розпочато поступове переведення підприємства з комбінату повного металургійного циклу в завод - постачальник безперервнолитих високоякісних і дешевих заготовок на металургійні підприємства, якими володіє корпорація «Арселор Міттал».

Оскільки всі металургійні підприємства України, що виробляють сортову та листову продукцію, мають застаріле прокатне виробництво (їх власники вважали і вважають, що в Україні є сенс розвивати доменне та сталеплавильне виробництва, а прокатне виробництво розвивати в країнах з більш захищеним

ринком), то чорна металургія України приречена стати сировинним додатком ЄС. При реалізації такого песимістичного сценарію в Україну з ЄС чи США доведеться ввозити все, що робиться зі сталі.

У роботі представлено аналіз тенденцій розвитку дрібносортних та дротових станів, а також ливарно-прокатних агрегатів для виробництва листової та дрібносортної продукції, катанки та арматурних профілів для залізобетонних конструкцій, викладено різні варіанти модернізації прокатного виробництва ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».

Їх реалізація дозволить суттєво знизити матеріальні, енергетичні та трудові витрати на виробництво прокату, розширити його сортамент та терміни виконання замовлень, знизити собівартість продукції і в кінцевому підсумку зробить комбінат конкурентоспроможним підприємством при входженні України в Асоціацію з ЄС.

АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Створення та розвиток комбінату «Криворіжсталь» та існуючий стан справ на ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

В Україні практично одночасно було розпочато будівництво трьох великих заводів: 1930 р. – «Азовсталь» та «Запоріжсталь», 1931 р. – «Криворіжсталь». Пізніше зі складу комбінату «Запоріжсталь» було виділено в самостійне підприємство завод «Дніпроспецсталь».

Перші дві досить потужні на той час доменні печі (об'ємом 930 м³) на комбінаті «Криворіжсталь» введені в дію в 1934 і 1936 р.р. і було розпочато будівництво нового безсемерівського цеху. Він був зданий в експлуатацію у 1939 р. у складі двох конвертерів (ємністю по 30 т). На той час він був найбільшим у Європі. 1940 р. у безсемерівському цеху було виплавлено ~ 44 тис. т сталі. У 1939 р. на комбінаті була задута найбільша у світі на той час доменна піч об'ємом 1300 м³ [1].

На початку 1941 р. на «Криворіжсталі» почали будувати третій конвертер, блюмінг, мартенівський цех та ще одну доменну піч. Окупація Кривого Рогу завершити розпочате будівництво не дозволила.

У 1944 р. розпочалося відновлення Криворізького залізрудного басейну. Дещо пізніше на комбінаті увійшли до ладу аглофабрика, три доменні печі (1948-1950 р.р.), відновлено конвертерний цех, у 1958 р. почав працювати блюмінг №1, а потім і №2, обидва з безперервно-заготівельними станами (БЗС).

Дуже важливою подією як для «Криворіжсталі», так і України в цілому стало введення в експлуатацію (1957 р.) киснево-конвертерного цеху (ККЦ), що дозволило освоїти в промислових умовах новий, найбільш ефективний киснево-конвертерний процес. До 1959 р. у ККЦ працювало чотири конвертери ємністю по 50 т [1].

Не менш знаковими подіями стало і введення в роботу в період із 1956 по 1969 р.р. блюмінгу №3, одного штрипсового, п'яти дрібносортих та трьох

дротових безперервних станів. В результаті цього комбінат став підприємством з повним металургійним циклом, що дозволяє виробляти вкрай важливу прокатну продукцію: дрібний сорт, штрипси, арматурні профілі і дріт (катанку).

Паралельно з розвитком досконалішого киснево-конвертерного виробництва сталі в цей же період були введені в експлуатацію на Маріупольському комбінатах ім. Ілліча та «Криворіжсталі» 11 найбільших у світі мартенівських печей ємністю 650 і 900 т [1].

Це було найбільшою стратегічною помилкою металургів, оскільки в цей час почав інтенсивно розвиватися процес безперервного розливання сталі, що ідеально узгоджується за тимчасовим циклом роботи з кисневими конвертерами. Мартенівські ж печі з нечітко регламентованим часом плавки не дозволяли реалізувати найбільш ефективну технологію розливання сталі в МБЛЗ «плавка на плавку».

У роботах [2, 3] період із 1970 по 1985 р.р. характеризується для України загалом загасанням темпів зростання обсягів виробництва основних видів металопродукції. Поряд з цим найбільший приріст виробництва чавуну, сталі та прокату був отриманий на «Криворіжсталі», де були введені в дію як нові великі потужності, так і значно інтенсифікована, а в ряді випадків і автоматизована робота вже діючих агрегатів.

Зокрема, у 1974 р. на комбінаті введено в експлуатацію найбільшу у світі доменну піч корисним об'ємом 5000 м³, що дозволяє виплавити до 4 млн. т чавуну на рік; в 1971 р. введено в ККЦ №2 третій конвертер, після чого цей цех став одним з найпотужніших у світі, в 1977 р. був введений в дію дрібносортовний стан 250-6 [1].

Період із 1986 по 1988 р.р. характеризується відсутністю зростання виробництва чавуну, сталі та прокату, а з 1989 р. навіть падінням їхнього виробництва. Для «Криворіжсталі» 1988 став характерним досягненням максимального виробництва сталі – 13,128 млн. дол. т і готового прокату – 8,748 млн. т [3]. Комбінат «Криворіжсталь» продовжував залишатися найбільшим підприємством у світі.

Розвал СРСР зумовив порушення економічних зв'язків між державами, що знову утворилися. Для України особливо важке становище в металургії склалося через залежність від газу і нафти.

Капітальне будівництво в Україні було зупинено. У 90-ті роки на «Криворіжсталі» все-таки вдалося виконати демонтаж дротового стану 250-1 і на його місці побудувати і ввести в експлуатацію в 1995 р. дротяний стан 150. У 1996 р. на дрібносортному стані 250-6 була змонтована дротова лінія з установкою десятикліткового чистового блоку клітей, і стан став дрібносортно-дротовим станом 250/150-6 [4].

Сприяло успішному освоєнню технології прокатки та зниженню собівартості продукції застосування на стані 250/150-6 твердосплавних дискових валків, що виготовляються НВО «Донікс». Показником стійкості валків та їх питомо витрата на тонну придатного прокату знаходяться на рівні найкращих світових зразків за меншої ціни, що дозволило практично повністю відмовитися від закупівель твердосплавних валків по імпорту [5].

Помітною подією в прокатному виробництві стало в 90-х роках освоєння технології двохструмкової прокатки-поділу на основі нових способів поздовжнього поділу попередньо сформованого розкату в прокатних валках на дрібносортних станах «Криворіжсталі». Основною продукцією, яка виробляється за такою технологією, стали арматурні профілі №№10-28 для залізобетонних конструкцій, що поставляються в прутках. Розробниками технології та її дослідниками в лабораторних та промислових умовах були співробітники Донецького політехнічного інституту (нині ДонНТУ) та НВО «Донікс». В даний час ця технологія виробництва арматурних профілів є постійною на дрібносортних станах.

Встановлено, що застосування процесу прокатки-розділення розділення в прокатних валках у порівнянні з традиційною технологією дозволяє [6]: використовувати для існуючого сортаменту прокату заготівки збільшеного поперечного перерізу; підвищити продуктивність прокатного стану на 20-80%; знизити витрати енергоресурсів на нагрівання та прокатку на 20-30%; знизити витрати валків на 20-30%; розширити вироблений сортамент сортових профілів у бік менших

поперечних перерізів; застосувати її при реконструкції діючих та будівництві нових станів, що дозволяє знизити капітальні витрати.

У 1996 р. почалася реструктуризація комбінату "Криворіжсталь" [7]. Новокриворізький гірничо-збагачувальний комбінат увійшов до складу Криворізького державного гірничо-металургійного комбінату «Криворіжсталь» на правах його структурного підрозділу, а 1997 р. до комбінату приєднано коксохімічний завод. Наступним етапом стало утворення у складі комбінату шахтоуправління з підземного видобутку руди.

З 2004 р. підприємство отримало назву ВАТ «Криворізький гірничо – металургійний комбінат».

2005 р. ВАТ "Криворізький гірничо-металургійний комбінат" входить до складу компанії "Міттал Стіл", а з 2007 р. – до складу корпорації «АрселорМіттал», цього ж року на загальних зборах акціонерів було прийнято рішення про нову назву підприємства – ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». 2011 р. ВАТ було замінено на – Публічне акціонерне товариство ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».

В даний час ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» [8] є підприємством, що має потужну сировинну базу родовищ залізистих кварцитів. Їх розробкою та збагаченням сировини зайняті два підрозділи: шахтоуправління та гірничо-збагачувальне виробництво.

Шахтоуправління є відповідальним за підземний видобуток пластових корисних копалин. Основні види продукції - руда з вмістом желе-за не нижче 53,5%, призначена для агломерації, і некондиційна фракція рудної маси з вмістом заліза не нижче 34%. Проектна потужність шахтоуправління з видачі агломераційної залізняка 1,6 млн. т/рік; сирої руди 150 тис. т/рік.

Гірничо-збагачувальне виробництво є відповідальним за відкритий видобуток та збагачення магнетитових кварцитів з низьким вмістом магнітного заліза. Продукція – залізорудний магнетитовий концентрат із вмістом заліза 65,51% та вологи 10,5%. Проектна потужність гірничо-збагачувального виробництва з: сирої руди - 24,2 млн. т/рік; концентрату – 9,8 млн. т/рік [1].

Коксохімічне виробництво ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» є одним із найбільших виробників коксу в Україні та Східній Європі. На цьому комплексі ведеться прийом, вивантаження, зберігання вугільних концентратів, підготовка шихти та подання її у вугільні вежі коксових цехів.

У коксовому цеху провадиться переробка вугільної шихти з метою одержання коксу, коксового газу та хімічних продуктів коксування. Кокс, сірчана кислота та очищений коксовий газ використовуються на самому підприємстві. В даний час у коксохімічному виробництві експлуатуються чотири коксові батареї. Їхня проектна потужність становить 2,35 млн. т на рік валового коксу [1].

До складу металургійного виробництва ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» входять аглодоменний, сталеплавильний та прокатний департаменти.

До складу аглодоменного департаменту входять агломераційні цехи із загальною потужністю 13,3 млн. т агломерату на рік і два доменні цехи з шістьма доменними печами (одна з них ємністю 5000 м³) із загальною потужністю 11,45 млн. т чавуну на рік. Основним недоліком доменного виробництва є те, що не застосовується технологія отримання чавуну із застосуванням пиловугільного палива (ПВТ).

До складу сталеплавильного департаменту входять конвертерний цех із шістьма конвертерами об'ємом 160 м³ кожен (проектна потужність цеху 6,5 млн. т сталі на рік).

До складу прокатного департаменту входять блюмінг №2 (загальна виробнича потужність 5,3 млн. т заготівлі на рік), три прокатні цехи, в яких діють 5 дрібносортних (загальна проектна потужність 3,8 млн. т/рік), дрововий (загальна проектна потужність 1 млн. т/рік) і один дрібносортно - дрововий - 650 тис. т/рік. т/год) стани, є цех переробки металопродукції в наплавочний і зварювальний дріт, металеву сітку та інші нестандартні вироби для власних потреб підприємства [1].

На підприємстві також діє низка допоміжних цехів.

Таким чином, ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» продовжує залишатися найбільшим виробником металопродукції в Україні. Основними видами

продукції, що виробляється на підприємстві, є арматурні профілі для армування залізобетонних конструкцій, катанка, сортовий і фасонний прокат з рядових, низьколегованих і конструкційних марок сталі, агломерат, концентрат, кокс.

Основні переваги ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» [7, 8] : власний видобуток залізняків, розташованих на близькій відстані від підприємства; досить потужне доменне виробництво; застосування для виробництва сталі сучасного процесу - киснево-конвертерного; наявність двох близьких до сучасного рівня прокатних станів - дротового та дрібносоротно-дротового (інші стани сучасними назвати не можна, проте їх як основу для модернізації прокатного виробництва розглядати доцільно); налагоджена система постачання енергоресурсів; розвинена транспортна система за різних засобів транспортування; близькість до портів Чорного моря; наявність висококваліфікованих кадрів ІТП та робітників.

Основні недоліки ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»: вузький сорттамент виробленої прокатної продукції; у доменному процесі не застосовується пиловугільне паливо; відсутність суміщених процесів дільниці сталь-прокат; великі витрати матеріальних, енергетичних та тимчасових ресурсів виробництва основного виду продукції - прокату.

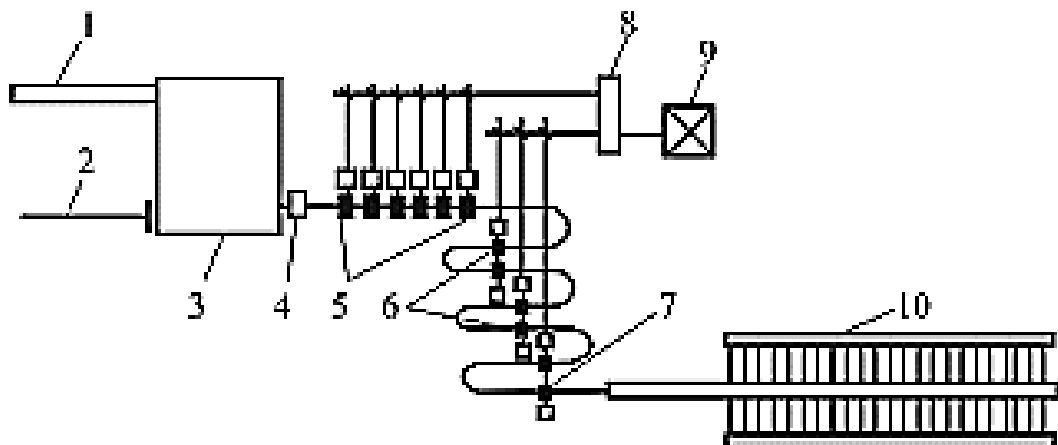
1.2 Етапи розвитку дрібносортовних, дротових станів та ливарно-прокатних агрегатів для виробництва дрібного сорту та катанки

Перш ніж перейти до розробки пропозицій щодо реконструкції прокатного виробництва ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», що спеціалізується на виробництві дрібного сорту, катанки та армованих профілів для залізобетонних конструкцій, необхідно простежити та проаналізувати етапи розвитку прокатних станів та ливарно-прокатних агрегатів, що призначені для вказаних видів продукції [9].

На першому етапі сортові стани були одноклітьовими двовалковими. При цьому механізовано було лише обертання валків, а інші операції виконували вручну.

Наступним досить тривалим етапом стало використання трьох-і чотирьохкліткових станів з розташуванням клітей в одну лінію та приводом валків від одного електродвигуна. Передачу розкату з кліті в кліть здійснювали вручну. Пізніше стали використовувати обвідні апарати, що полегшило працю вальцівників та підвищило продуктивність прокатних станів. Лінійні стани продовжують використовувати і зараз для виробництва профілів із легованих сталей. Зазвичай вони включають кілька ліній – обтискну, чорнову та чистову або тільки обтискну та чистову. Нові стани такого типу вже не будують [10].

Наступним етапом стало створення напівбезперервних дрібносортних та дротових станів. Вони з'явилися як результат реконструкції лінійних станів. На рис. 1.1 показано схему розташування обладнання напівбезперервного дрібносоротно-дротового стану 280. З рисунка видно, що чернові кліті розташовані безперервно, а решта – у три лінії. Усі кліті мають привід від одного електродвигуна. Швидкість прокатки в останній кліті становить 9,8 м/с. На стані прокатують кантанку діаметром 5,5-12,5 мм та дрібносортні профілі. [10].



1 – завантажувальний рольганг; 2 - виштовхувач заготовок; 3 – нагрівальна піч;
4 – витягувач заготовок; 5 – чорнова група клітей; 6 – проміжна група клітей;
7 – чистова група клітей; 8 – редуктор; 9 – електродвигун; 10 – холодильник

Рис. 1.1. Схема розташування основного обладнання напівбезперервного дрібносоротно-дротового стану

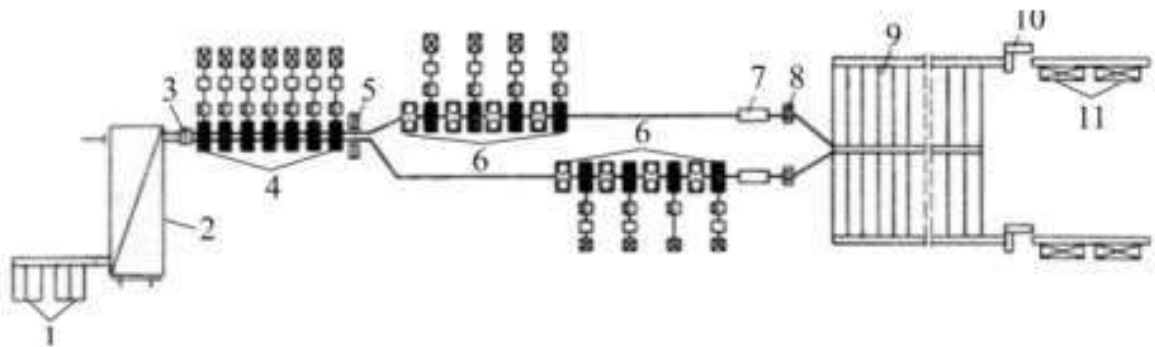
Примітка. Джерело: [10]

Такі стани істотно знизили застосування ручної праці, поліпшили температурні умови прокатки і трохи підвищили точність прокатки.

Проте продуктивність напівбезперервних станів підвищилася недостатньо. Виникали труднощі у дотриманні швидкісних режимів прокатки по клітках стану.

На початку 50-х років минулого століття виник високий попит на катанку та арматурні профілі для армування залізобетонних конструкцій. Він був зумовлений як реалізацією післявоєнної програми відновлення зруйнованих підприємств, і початком масового житлового будівництва. Для задоволення цього попиту почалося введення в дію безперервних дровових та дрібносортних станів з доведенням швидкості прокатки на дровових станах до 30 м/с [9].

Такі стани почали працювати, а на «Криворіжсталі» ж у період з 1956 по 1971 роки. було введено в дію сім дровових та дрібносортних станів. На рис. 1.2 і 1.3 наведено схеми розташування обладнання двох таких станів [9].



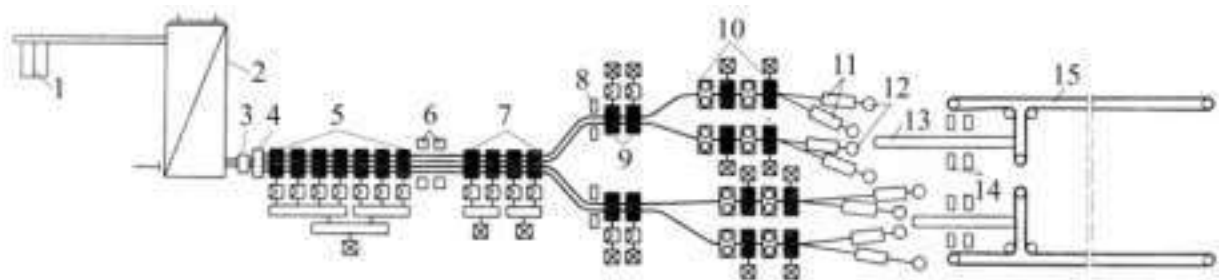
1 – завантажувальні ґрати; 2 – нагрівальна піч; 3, 5 – аварійні ножиці; 4 – чорнова група клітей; 6 – чистові групи клітей; 7 – водоохолоджувальні пристрої; 8 – летючі ножиці; 9 – рейковий холодильник; 10 – ножиці холодного різання; 11 – пакетувальні кишені

Рис. 1.2. Схема розташування основного обладнання дрібносортного стану 250 1 комбінату «Криворіжсталь»

Примітка. Джерело: [9]

З рис. 1.2. видно, що дрібносортний стан 250-1 двонитковий (введений в експлуатацію в 1956 р.). Він призначений для прокатки круглих профілів

діаметром 8-30 мм, квадратних зі стороною 8-27 мм, смуг перетином $(12 \div 70) \times (4 \div 10)$ мм, профілів для армування залізобетонних конструкцій № 10-28, кутових профілів поперечного перерізу $(25 \times 25) \div (40 \times 40)$ мм. Застосовується вихідна заготовка поперечного перерізу 80x80 мм. Нагрів заготовок виконують у двозонній методичній печі. Чорнова група складається з семи клітей з горизонтально розташованими валками. Дві чистові безперервні групи мають по вісім клітей з по черзі розташуваними валками. Після чистових груп розташовані охолоджувальні пристрої, летючі ножиці та рейкові холодильники [9].



1 – завантажувальні грати; 2 – нагрівальна піч; 3 – витягувач заготовок; 4 – розподільник заготовок; 5 – чорнова група клітей; 6 – летючі ножиці; 7, 9 - перша та друга проміжні групи клітей; 8 – розривні ножиці; 10 – чистові групи клітей; 11 - охолоджувальні пристрої; 12 - моталки; 13 - транспортер; 14 - в'язальні машини; 15 – гаковий конвеєр

Рис. 1.3. Схема розташування основного обладнання дротового стану 250-1 комбінату «Криворіжсталь»

Примітка. Джерело: [9]

На рис. 1.3. наведено схему основного обладнання дротового стану 250-1 (введено в експлуатацію в 1957 р.). Стан чотиринитковий призначався для прокатки катанки діаметром 6,5-10 мм. Вихідна заготовка поперечного перерізу 62×62 мм. Нагрівання заготовки здійснюється в одній двозонній методичній печі з монолітним похилим подом.

У чорновій групі було сім клітей з горизонтально розташованими валками, в першій і другій проміжних групах валки клітей також з горизонтальним

розташуванням. У чистових групах розташування валків змінне, а прокатка відбувалася одну нитку. Після них є охолоджувальні пристрої та моталки для змотування катанки в бунти. Цей стан представлений як типовий на той період часу.

Введення в дію таких дрібносортних та дротових станів на зазначених вище підприємствах вирішило завдання насичення ринку необхідними видами прокатної продукції з відповідною на той час його якістю. Аналізовані прокатні стани отримували заготовку поперечного перерізу 80×80 мм, а деякі і меншого перерізу з безперервно-заготівельних станів (БЗС).

Перехід на безперервне розливання сталі, що забезпечує суттєве зниження витрати металу на тонну придатного прокату, енергоносіїв, трудових, капітальних та експлуатаційних витрат зумовив появу двох серйозних завдань. Перше з них - отримання безперервним розливом заготовок малих перерізів (з точки зору продуктивності МБЛЗ), особливо в умовах появи сталеплавильних агрегатів великої одиничної потужності (наприклад, конвертерів ємністю до 450 т). Друге – забезпечення необхідного опрацювання литої структури безперервнолитого металу. Як показано в роботі [11], для вирішення цієї проблеми необхідно мати заготовку поперечного перерізу від 150×150 до 280×280 мм і більше.

Проблему розливання сталі з розливних ковшів великої ємності вирішували збільшенням числа струмків у МБЛЗ спочатку до шести, а потім до семи та восьми [12]. Друге завдання, як показала практика, у більшості випадків вирішується при використанні заготовок поперечного перерізу 150×150 мм. Далі рішення цих двох завдань відбувалося паралельно у трьох напрямках.

Перший напрямок – модернізація існуючих дрібносортних та дротових станів, що використовують заготовку поперечного перерізу 80×80 мм.

Так, фірмою «СКЕТ» для дротового стану 250 Єнакіївського металургійного заводу пропонувалося для переходу на заготівку поперечного перерізу 125×125 мм встановити перед існуючою чорною групою клітей п'ятиклітьову групу попереднього обтиснення, а нагрівальні печі, що існують,

замінити на одну нову. Цей варіант через необхідні великі витрати реалізований не був.

У роботі [13] представлений досвід низки підприємств із реконструкції таких станів. Так, на ряді станів за рахунок установки двох клітей в головній частині їх стало можливим застосування заготовок поперечного перерізу тільки 100×100 мм.

У роботі [11] чітко показано, що для переходу на заготівку поперечного перерізу 150×150 мм (замість 80×80 мм) необхідно додатково встановити чотири кліті безпосередньо перед чорною групою. Оскільки при цьому збережеться швидкість прокатки в іншій частині стану, а отже і кінцева швидкість (якщо не робити повної заміни приводу, а можливо і клітей стану), то установка чотирьох клітей призведе до зниження початкової швидкості прокатки в першій (колишній кліті) чорної групи з $0,15-0,25$ до $0,085$ м/с (в новій першій кліті), а в кінцевому підсумку і до суттєвого перепаду температури по довжині заготівки та наступних розкатів. Це підтверджують і автори робіт [14, 15].

Для вирішення задачі переходу на заготівку поперечного перерізу 150×150 мм автори роботи [11] пропонують встановити безпосередньо за МБЛЗ ливарно-прокатний комплекс для редукування безперервнолитих заготовок поперечного перерізу 150×150 мм у заготівки перерізом 100×100 мм.

Пропонована технологія практично повністю копіює агрегат, введений в експлуатацію 1967 року. фірмою "Bohler" (Австрія) [16, 17]. З МБЛЗ безперервнолитої заготовки поперечного перерізу 140×140 мм поступали на шлеппер, а з нього по черзі в нагрівальну піч і далі в обтискну групу клітей, де їх обтискали до поперечного перерізу 100×100 мм. Такі ЛПА працювали дуже недовго, головним чином через збільшення числа струмків у МБЛЗ. Комплекс має багато недоліків. Ось головні з них [9].

По-перше, він не виключає встановлення перед чорною групою клітей дрібносортного стану двох додаткових клітей (оскільки з ЛПА видають заготівку поперечного перерізу 100×100 , а не 80×80 мм).

По-друге, з'являється ще одна нагрівальна піч та обтискна група клітей з наступними ножицями та холодильником.

По-третє, комплекс автономний, вимагає окремого місця та обслуговуючого персоналу.

По-четверте, на дрібносортний стан надходить холодна заготівка більшого перерізу, а отже, потрібно традиційне нагрівання, та ще існуючу піч доведеться міняти, оскільки переріз заготовок збільшується з перерізу 80×80 до 100×100 мм.

Отже, для ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» така пропозиція не підходить, ймовірно, і для інших підприємств теж, оскільки це рішення на рівні технологій минулого століття. У роботі робіт [14] співробітники Інституту чорної металургії (м. Дніпропетровськ) розглянули чотири варіанти реконструкції дрібносортного стану 250 комбінату «Криворіжсталь».

Всі запропоновані варіанти реконструкції стану 250 передбачають заміну існуючої штовхальної нагрівальної печі на комбіновану піч з крокуючими балками і подом, що забезпечить необхідний нагрівання заготовки збільшеного перерізу.

Авторами роботи [14] виконано порівняльний аналіз запропонованих варіантів реконструкції. Вихідними було прийнято: переріз заготовки 150×150 мм; швидкість прокатки у чистовій кліті 18 м/с. Розрахунки виконані для умов прокатки арматурних періодичних профілів № 12 и 16.

У роботі [15] запропоновано підвищити витяжну здатність стану 250-4 «Криворіжсталі» за рахунок застосування технології дворазової дворучної прокатки-поділу, але при цьому зберігається існуюча група клітей і, отже, збільшення поперечного перерізу заготовки 150×150 мм не відбудеться.

Другий напрямок – будівництво нових дровових та дрібносортних станів, у яких використовуються заготовки поперечного перерізу 150×150 мм. Першим таким станом став дрововий стан 150 [18], на відміну від попередніх чотириточкових дровових станів він двонитковий. На ньому виробляють катанку діаметром 5,5-10,0 мм із вуглецевих, інструментальних, пружинних, підшипникових, корозійностійких та інших легованих марок сталі. Продуктивність стану 400 тис.

т/рік за швидкості прокатки 60 м/с. Надалі стан був модернізований та швидкість прокатки доведена до 80 м/с [4].

У 1984 р. та 1985 р. на Молдавському металургійних заводах введено в експлуатацію дрібносоротно-дротові стани 320/150. За сортаментом вони практично однакові: катанка діаметром 5,5-12 мм, круглий сортовий прокат діаметром 10-40 мм і квадратний – зі стороною 10-40 мм, прокат для армування залізо-бетонних конструкцій № 10-40, рівнополочні швелери № 5 та 6,5, куточки. Дрібносоротні профілі поставляють у прутках, катанку - в бунтах. На станах використовували безперервнолиту заготовку поперечного перерізу 125×125 мм. Стани склалися з 20 двовалкових клітей, розташованих в одну лінію і десятиклітинних блоків чистових клітей. Максимальна швидкість прокатки сортових профілів становила 20 катанки – 100 м/с [9].

На обох станах після тривалої експлуатації було виконано реконструкцію. На одному стан 320/150 був поділений на стани 320 і 150 із встановленням нового відповідного обладнання. Переріз заготовки збільшено до перерізу 150×150 мм. На стані 320/150 Молдавського заводу перед чорною групою клітей встановлено дві додаткові кліті, що дозволило збільшити переріз вихідної заготовки. На обох станах ускладнений марочно-розмірний сортамент [4].

І ще один приклад, добре відомий криворіжцям. Почав працювати в 1957 р. дротовий стан 250-1 (див. рис. 1.3) був зупинений і на його місці практично заново побудований новий двонитковий дрібносоротно-дротовий стан з сортовою лінією 250 і дротовою лінією 150. Вихідна заготовка поперечного перерізу 150×150 або 125×125 мм, проектна потужність стану 850 т/рік. Стан введений у дію в 1996 р [9].

Останнім на даний час етапом розвитку дрібносоротних та дротових станів стало введення в експлуатацію одноститкового стану фірми «Кунмінг Айрон енд Стіл (Південна Корея), введеного в експлуатацію в 1995 році. Сортамент стану: катанка, прутки діаметром 5,5-20,0 мм, а також арматурні профілі № 6-16 з низько-, середньо- та високовуглецевих сталей [19].

На стані використовують заготівки поперечного перерізу 150×150 мм, які нагрівають у шестизонній методичній печі з крокуючим подом. Далі здійснюється прокатка в чорновій (5 клітей), двох проміжних групах (у кожній по 5) клітей і в чистовій групі клітей (складається з трьох звичайних клітей і десятиклітинного блоку). У всіх групах клітей валки з горизонтальним і вертикальним розташуванням чергуються. У лінії стану передбачено прискорене водяне та повітряне уповільнене охолодження.

Представлені нові дрібносортні та дровові стани, як і інші аналогічні стани, у тому числі і за кордоном, є складними багатоклітьовими агрегатами з потужним електрообладнанням, системами автоматики та контролю технологічного процесу та якості прокату по технологічній лінії виробництва та кінцевої продукції. Вони високопродуктивні та добре вписуються в структуру інтегрованого металургійного підприємства з потужними доменними та сталеплавильними цехами. Їхнім головним недоліком є відсутність тісного поєднання процесів виплавки, розливання сталі та виробництва прокату. При цьому температура металу, що розливається, використовується вкрай слабо (тільки при гарячому і теплому посаді заготовок в нагрівальні печі, причому при безперервному розливанні гарячий посад організувати практично неможливо, а теплий - важко).

Третій напрямок – поєднання в одному агрегаті безперервного розливання сталі та прокатки її в готову прокатну продукцію. Він отримав назву – ливарно-прокатний агрегат – ЛПА [9].

Вперше у світовій практиці в промислових умовах у 1978 р. запрацював ЛПА, що поєднує розлив сталевих заготовок і прокатку катанки зі спеціальних сталей і сплавів. Схема ЛПА багаторазово публікувалася [20, 21]. З МБЛЗ видають заготовку прямокутного поперечного перерізу 60×80 мм, її підігрівають в індукторі і подають в обтискно-заготівельну кліть, отримуючи на виході розкат діаметром 67 мм. За допомогою цієї кліті розкат задають у планетарну кліть. Планетарна кліть характеризується тим, що вона має вертикально та горизонтально розташовані робочі та опорні валки, що дозволяє обтискати метал із чотирьох сторін. При цьому досягається коефіцієнт витяжки 80 при виході розката

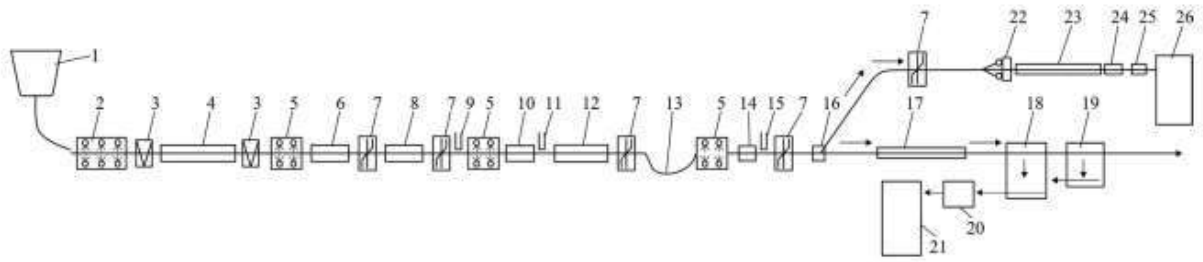
квадратного поперечного перерізу зі стороною 12 мм. Далі в чистових клітках і чотириклітьовому чистовому блоці одержують катанку діаметром 6-8 мм. Довгий час цей ЛПА для сталеві катанки був єдиним у світі.

Оскільки в даний час на ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» діють тільки дрібносортні та дротові стани, то подальші матеріали аналізуються тільки по ЛПА, реалізованих на станах цього типу.

У роботі [22] представлений аналіз складнощів у поєднанні МБЛЗ та дрібносортних та дротових станів. Основні з них пов'язані з тим, що стани цього типу мають широкий марочний і розмірний сортамент, на них прокатують продукцію різної форми, часто партії продукції невеликі. Все перераховане обумовлює різну продуктивність прокатного стану, МБЛЗ мають мало змінюючись продуктивність. Це і затримало розвиток сортових ЛПА, поки кількість їх реалізації невелика.

Найбільшою мірою розрекламованим у технічній літературі є ЛПА, який отримав назву «Luna». На ньому реалізовано процес «нескінченного лиття та прокатки» (ECR -Endless Casting rolling), розроблений фірмою «Даніелі» [23-25]. ЛПА почав працювати 2000 р. на заводі фірми «Acciaierie Bertoli Safau» (ABS) в Удіні (Італія). Схему розташування основного обладнання ЛПА «Luna» показано на рис. 1.4

У ЛПА застосована двохструмкова МБЛЗ (відстань між струмками 2 м). МБЛЗ може працювати на два або один струмок залежно від необхідного обсягу виробництва. Перетин заготовок, що відливаються 200×160 мм. Проміжний ківш ємністю 30 т. Кристалізатор (довжина 1200 мм) виконаний зі зміною конусності і є триступенева система електромагнітного перемішування металу: в кристалізаторі, струмку і кінцеве. Швидкість лиття заготовок (м/хв.): для вуглецевих марок сталі – 6,0; цементованих - 5,5; пружинних – 5,0; мікролегованих (бором та ванадієм) – 4,5; підшипникових – 4,0; корозійностійких – 3,5. Вихідний ділянку кожного струмка МБЛЗ (відвідний рольганг) до тунельної печі обладнаний теплоізолюючими кришками [9].



1 - МБЛЗ; 2 – гартувальні установки; 3 - пристрої механічного різання безперервнолітої зливки; 4 – прохідна піч; 5 – гідрозбивні окалини; 6 – чорнова група клітей; 7 – летючі ножиці; 8 – проміжна група клітей; 9 – дефектоскоп; 10 - передчистова група клітей; 11 - вимірювач розмірів розкату; 12 - душуюча установка; 13 - петлерегулятор; 14 - обтискний блок тривалкових клітей; 15 – датчики контролю розмірів прокату та якості поверхні розкату; 16 – перемикач напрямку руху металу; 17 - багатоцільова установка, що душує (ділянка остаточного охолодження); 18 – холодильник; 19 - піч відпалу та відпустки; 20 - установка дробоструминного видалення окалини; 21 - ділянка обробки прутків; 22 - моталки; 23 - конвеєр з повітряним охолодженням; 24 - піч відпалу; 25 - ваги; 26 - ділянка обробки бунтів

Рис. 1.4. Схема розташування основного обладнання ЛПА "Luna"

Примітка. Джерело: [23-25]

За МБЛЗ після кожного струмка встановлені гартувальні камери, оскільки без проміжного гарту неможливо виконувати пряму прокатку цементованої і розкисленої алюмінієм низько-і середньовуглецевої сталі. Далі йдуть ножиці для порізки безперервнолітої зливки.

Між МБЛЗ та прокатним станом розташована роликів тунельна піч, призначена для вирівнювання температури як у поперечному перерізі, так і по довжині безперервнолітої зливки. Вона має дві секції. Перша – секція нагріву (довжина 65 м) із двома лініями, розташована безпосередньо за ножицями. Вона приймає безперервноліті заготовки і працює з одним або обома струмками в залежності від марки сталі, що розливається, і застосування нескінченного і напівнескінченного режиму прокатки. При роботі МБЛЗ з двома струмками піч

є своєрідним накопичувачем заготовок, якщо це потрібно за циклом процесу. Маніпулювання заготовками та їх переміщення з лінії 2 на лінію 1 усередині печі здійснюється зіштовхувачем, ролики якого мають консольну опору, індивідуальний привід та водяне охолодження. Друга – секція томільна. Вона розташована безпосередньо перед прокатним станом і призначена для забезпечення нескінченного режиму роботи (при нескінченній довжині безперервнолитої заготовки з лінії 1) або напівбезкінченного режиму (з отриманням заготовок по черзі з ліній 1 і 2). Ролики в цій секції виконані з двома опорами, вони мають індивідуальний привід і не охолоджуються водою [9].

Піч опалюється газовими пальниками, змонтованими на її бокових стінках. Довжина печі визначається в кожному конкретному випадку в залежності від типу агрегату і його розмірів (тобто, від сортаменту марок сталі, що розливаються, і продуктивності агрегату). На заводі "Luna" її довжина – 125 м.

При роботі ЛПА в нескінченному режимі довжина заготовки може змінюватися від 14 м до нескінченності без будь-якого розділового різання між МБЛЗ і прокатним станом, що забезпечує нескінченну прокатку через прохідну піч. При напівнескінченному режимі, коли одночасно працюють дві лінії, безперервнолитої заготовки зазвичай ріжуть на довжину 45 м і по черзі подають у прохідну піч. У цьому випадку вона діє і як буфер між МБЛЗ і прокатним станом.

Для ефективності процесу необхідно забезпечити серійність плавок не менше трьох. При цьому середня партія металу із легованих сталей на міні-заводах становить 30-40 т. У зв'язку з цим необхідно забезпечити швидку перебудову прокатногостану. На заводі «Luna» автоматична перебудова стану проводиться за 5 хв., при цьому МБЛЗ продовжує працювати [9].

Прокатний стан складається з 17 клітей, розміщених у чорновій, проміжній та передчистовій групах. Розташування клітей у групах - безперервне з чергуванням клітей з горизонтальним і вертикальним розташуванням валків. Кліті безстанного типу. На ділянці стану є п'ять гідрозбивів та п'ять ножиць. За клітями передчистової групи розташована лінія охолодження, яка повинна забезпечити температуру кінця прокатки після обтискного блоку в межах 700-1000°C для

прутків діаметрів менше 40 мм і в межах 800-950° С для всіх інших прутків. Далі встановлений тривалковий обтискний блок тривалкових клітей. Стан оснащений системою автоматичного регулювання розмірів розкатів і пристроїв для виявлення дефектів прокату в технологічному потоці в гарячому стані.

Ділянка остаточного охолодження має довжину 90 м. Можливі три режими охолодження для круглих профілів діаметром 20-90 мм: зниження температури прокату до оптимального значення для подачі його на холодильник або піч для відпалу; прискорене охолодження від температури кінця прокатки до температури 550°С без гарту; пряме загартування з температури кінця прокатки до 100°С, що забезпечує наскрізне загартування прутка до його серцевини.

Після холодильника розташована підігрівальна газова піч, в якій шар прутків або проходить з номінальною робочою швидкістю, або витримується протягом часу, необхідного для завершення комплексу термічної обробки, що вже розпочато на стані. Завдяки цьому стають можливими такі види обробки прутків з різних марок спеціальної сталі в потоці: загартування та відпустка; відпал у лінії для поліпшення умов обробки тиском або різання (кулькопідшипникові, пружинні, мікролеговані сталі); повільне охолодження (цементовані, загартовані та відпущені, мартенситні корозійностійкі марки сталі); розчинення включень (аустенітні корозійностійкі сталі); пом'якшувальний відпал (шарикопідшипникові, пружинні сталі).

Після холодильника проводиться механічне видалення окалини, і прутки надходять на ділянку обробки, на якому є: чотири абразивні відрізнні машини, стенд видалення задирок з прутків, стенд укладання в пачки, обв'язувальна машина і стенд остаточного складування продукції. Передбачені також системи неруйнівного контролю в лінії для круглих і квадратних прутків, що складаються з двох ультразвукових та вихрострумових дефектоскопів [9].

Лінія виробництва сортового прокату в бунтах та його обробки складається з двох моталок Гаррета, обладнаних спеціальними пристроями для знімання бунтів, конвеєра контрольованого охолодження та пристроїв для ущільнення, обв'язування, оздоблення та добірки бунтів.

На стані виготовляють круглі профілі діаметром 2-100 мм та квадратні зі стороною 40-100 мм – у прутках; круглі профілі діаметром 15-50 мм – у бунтах із вуглецевих і, головним чином, легованих марок сталі. Річна продуктивність ЛПА 500 тис. т.

ЛПА дозволяє: постачати ринку високоякісну продукцію з різними видами термічної обробки; забезпечити короткий час виконання замовлень (кілька днів); низькі витрати енергоресурсів; досягти високого виходу придатного [23-25].

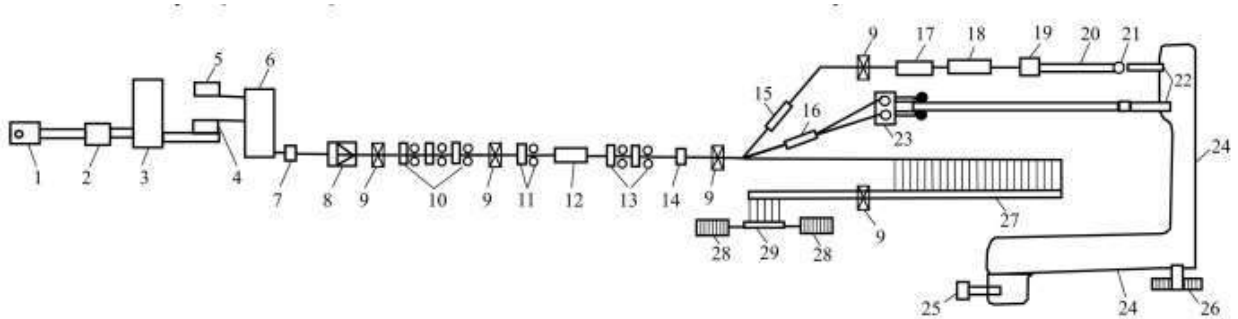
Описаний ЛПА призначений головним чином виробництва продукції з легованих марок сталі. На дрібносортих станах ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» марочний сортамент значно простіше і тому не буде потреби у застосуванні гартувальної установки та широкого набору видів термообробки.

Фірмою «Mannesmann-Demag» (ФРН) розроблено ЛПА для виробництва прутків у пакетах \varnothing 13-17 мм; в бунтах \varnothing 13-40 мм; смуги перетином $(30 \times 8) \div (90 \times 12)$ мм; катанки и круглих профілів \varnothing 5,5-18 мм з вуглецевої рядової та якісної, легованої (автоматної, шарикопідшипникової, ресорної, інструментальної, корозійностійкої) сталей [26]. Особливостями ЛПА є застосування горизонтальної МБЛЗ та машини інтенсивного обтиснення (МІО). Схему розташування основного обладнання ЛПА наведено на рис. 1.5.

Застосування горизонтальної МБЛЗ обґрунтовано тим, що вона має ряд переваг: круглі заготовки охолоджуються рівномірніше квадратних і прямокутних, що сприяє отриманню безперервнолитого зливка з гарною поверхнею; можливість розливати як низьковуглецеві, так і високолеговані сталі; кристалізатори з внутрішньою круглою формою економічно більш вигідні, ніж з прямокутною та квадратною формою через зниження витрат на подальшу обробку внутрішньої поверхні; можливість використання безперервнолитих злитків круглого поперечного перерізу в МІО.

Застосування МІО дозволяє виключити чорнову шестиклітинну групу. Крім цього застосування МІО забезпечує сприятливий температурний профіль по довжині розкату за рахунок його інтенсивного обтиснення, безударне захоплення заготовки без проводкової арматури, швидку перевалку валків, зниження

чисельності обслуговуючого персоналу, капітальних витрат при виготовленні МІО на 25 %, а поточних – на 20 %, можливість допускати зношування кристалізатора аж до 20 мм [26].



1 – горизонтальна МБЛЗ; 2 - машина газового різання; 3 – холодильник; 4, 5 – завантажувальні грати гарячого та холодного посада заготовок; 6 – методична піч з крокуючими балками; 7 – гідрозбив; 8 – машина інтенсивного обтиснення; 9 – ножиці; 10 – перша проміжна група клітей; 11 – друга проміжна група клітей; 12, 15, 16, 18 - установки водяного охолодження; 13 - чистова група клітей; 14 - калібрувальний блок; 17 – чистовий блок клітей; 19 - виткоутворювач; 20 - транспортер з повітряним охолодженням; 21 - виткосбірник; 22 - пристрій навішування бунтів на гаковий конвеєр; 23 - моталки Гаррета; 24 - гаковий конвеєр; 25 - пристрій для підпресування бунтів; 26 - пристрій для знімання бунтів; 27 - холодильник для прутків, що постачаються в пакетах; 28 – кишені; 29 – пакувальник

Рис. 1.5. Схема розташування основного обладнання ЛПА для прутків, смуг та катанки

Примітка. Джерело: [26]

Технологічний процес у ЛПА відбувається так [26]. На МБЛЗ відливають заготовки з вуглецевої сталі \varnothing 140-160 мм, а легированої – 110-125 мм. Безперервнолитий злиток ріжуть на заготовки довжиною 6 м з використанням газової машини різання. Далі заготовку подають у гарячому стані в бокове посадкове вікно методичної нагрівальної печі, або - на холодильник і склад (у разі виявлення дефектів на заготівки, або простої стану, або при продуктивності МБЛЗ

вище, ніж прокатного стану). Холодний посад заготовок виконують у торцеву частину печі.

Пічну окалину видаляють у гідрозбиві, після чого заготівка надходить у МІО, де її стискають до діаметрів 60-80 мм (для звичайних і якісних вуглецевих марок сталі коефіцієнт витяжки знаходиться в діапазоні 3,1-6,6; для важкодеформованих - 1,9-4,1). Після цього кінці спотвореної форми видаляють на ножицях. Далі розкат обтискують у першій та другій проміжних групах клітей. Кліті цих груп - дуо з чергуванням вертикально і горизонтально розташованих валків, без-станні. Чистова група складається з чотирьох клітей, що чергуються з горизонтально і вертикально розташованими валками. Калібрувальний блок дозволяє одержувати прутки високої точності розмірів [9].

Після калібрувального блоку є три лінії. Перша лінія призначена для охолодження, порізки та пакетування круглих профілів діаметром 13-17 мм та плоских смуг перетином $(30 \times 8) \div (90 \times 12)$ мм. Друга лінія – для змотування на моталках круглих профілів діаметром 30-40 мм. Третя (дротова) лінія – для отримання катанки та круглих профілів діаметром 5,5-18 мм. У лінії встановлений чистовий блок тривалкових клітей із твердосплавними валками (дисками). Такий блок дозволяє забезпечити високу точність прокатки, а також швидкість до 120 м/с.

На транспортері з повітряним охолодженням можливе прискорене, повільне та повільне охолодження (залежно від хімічного складу сталі) витків катанки.

У ЛПА передбачено кілька варіантів охолодження металу. В установці охолодження 12 (рис. 1.5) виконується термомеханічне охолодження конструкційних марок сталі. Аналогічна душуюча установка 15 розміщена в дротовій лінії перед чистовим блоком і служить для термозміцнення прокату. Ці установки використовують і для охолодження марок сталі, що важко деформуються, з вузьким температурним діапазоном деформування, оскільки при прокатці в МІО і клітях проміжних груп метал розігрівається.

У душуючій установці 16 перед моталками прутки охолоджують для отримання необхідної мікроструктури та механічних властивостей металу. Так,

аустенітні нержавіючі сталі охолоджують до температури 400°C, виключаючи наступну термообробку.

У душуючій установці 18 температура катанки, що підвищується за рахунок розігріву в чистовому блоці, знижується до 700°C, що сприяє утворенню дрібнодисперсної структури металу.

Координація, контроль та фіксація параметрів технологічного процесу та роботи обладнання на ЛПА ведеться за допомогою систем автоматики та ЕОМ. ЛПА введено в роботу на одному з підприємств у ФРН.

У аналізованому ЛПА є два нетрадиційні елементи: горизонтальна МБЛЗ для виливки безперервнолитих злитків круглого поперечного перерізу і МІО.

Необхідність використання заготовок круглого поперечного перерізу обумовлена наявністю лінії ЛПА МІО. Вище були відзначені деякі переваги, які забезпечує вилівок заготовок круглого поперечного перерізу, до цього слід додати і те, що така форма сприяє розосередженню центральної пористості і ліквідації, що виникає в осьовій зоні, а також сприяє отриманню підвищеної щільності рівноосної структури металу в осьовій зоні заготівки [12].

У більшості випадків такі заготовки використовують для виробництва безшовних труб, коліс, бандажів та кілець. Лише в 80-х роках минулого століття заготівки круглого поперечного перерізу почали застосовувати для виробництва катанки і дрібного сорту. За даними роботи [12] у світі працює дещо більше 30-ти МБЛЗ горизонтального типу з виливком заготовок круглого поперечного перерізу. Діаметр заготовок, що відливаються 110-150 мм.

Розробкою МБЛЗ горизонтального лиття (як круглих, так і квадратних заготовок) займалися вчені УкрНДІМЕТу та ЦНДІчермету. Була навіть прийнята програма будівництва горизонтальних МБЛЗ в мартенівських цехах з метою переходу зі злиткового переділу на безперервне розливання сталі [27]. Вибір МБЛЗ горизонтального типу був пов'язаний з тим, що їх легко розміщувати в діючому цеху, так як вони мають мінімальну висоту, будівництво вимагає мінімальних капітальних витрат, оскільки конструкція проста (відсутня проміжний ківш зі

стопорами і склянкою-дозатором), а також низькі експлуатаційні витрати, оскільки все обладнання МБЛЗ розташоване на рівні підлоги.

В Україні горизонтальну МБЛЗ було встановлено на Краматорському металургійному заводі. Передбачалося відливати заготовки поперечного перерізу 175×175 мм. Досліди проводили співробітники УкрНДІМету, але вони були припинені в середині 90-х років.

Дослідження, виконані на дослідних і нечисленних промислових горизонтальних МБЛЗ показали, що для успішної їх роботи необхідно вирішувати проблему надійності вузла стикування зони контакту водоохолоджуваного кристалізатора і вогнетривкого матеріалу [28, 29].

За кордоном є певний досвід роботи горизонтальних МБЛЗ з відлиттям заготовок діаметром 8-350 мм, хоча більшість машин такого типу застосовують для відлиття заготовок діаметром не більше 150 мм.

Машину інтенсивного обтиснення – МІО за кордоном називають також редуційно-калібровочним блоком –RSB, а в Україні – станом радіально-зсувної прокатки. Автори роботи [30] зазначають, що прокатний та калібрувальний блоки були розроблені на початку 90-х років минулого століття. Причому прокатні багатоклітинні блоки тривалкових клітей є чистовими і їх встановлюють як завершальний агрегат, призначений для прокатки катанки або дрібного сорту круглого поперечного перерізу при швидкості аж до 120 м/с. Редукуючі блоки, як правило, одноклітинні, також тривалкові, призначені для установки замість чорнової групи клітей або в чорновій проміжній групі [30].

Процес та обладнання для радіально-зсувної прокатки (РЗП) розроблено значно раніше, ніж за кордоном [31]. За загальною структурою стани радіально-зсувної прокатки ідентичні станам гвинтової прокатки, які застосовуються для виробництва безшовних гарячекатаних труб. Основна відмінність цих технологічних процесів полягає в тому, що при виробництві труб створюють «розпушення» центральної зони круглої заготовки (прошивка труби), а при процесі РЗП відбувається ущільнення металу заготовки по всьому поперечному перерізу.

Теорія, технологія та обладнання для реалізації процесу РЗП представлені у роботах [32-34].

У 1989 р. запущений в експлуатацію стан радіально-зсувної прокатки РЗП-130 призначений для виробництва високоякісних прутків з титанових сплавів. Конструкція стану дозволяє вести реверсивну прокатку.

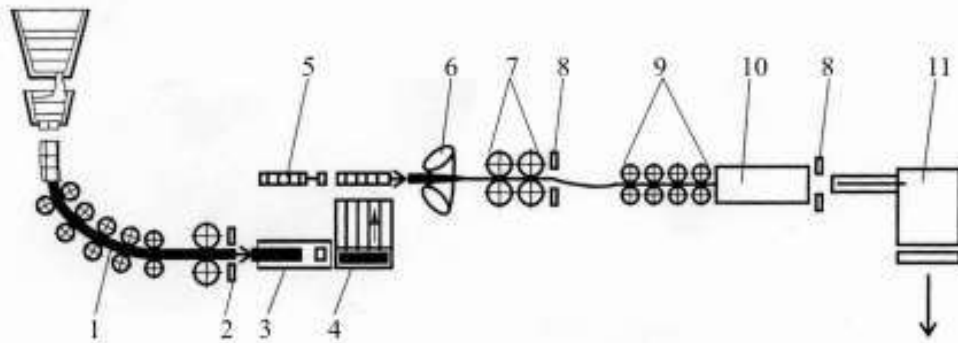
Стан РЗП складається з двох клітей. Чорнова кліть працює у реверсивному режимі. У ній виконують 9-11 проходів із разовими коефіцієнтами витяжки 1,15-1,25. Такий режим унеможлиблює деформаційне нагрівання, оскільки температурний інтервал деформації титанових сплавів досить вузький. Максимальний діаметр заготовки для чорнової кліті становить 160, а мінімальний діаметр розкату після прокатки – 75 мм. Конструкція чистової кліті аналогічна чорновій. У ній виконують один прохід і забезпечують високу точність одержуваних прутків, мінімальну кривизну та гладку поверхню. Максимальний діаметр підкату для чистової кліті становить 110, а прутка після прокатки 65 мм. Тобто деформаційні можливості чорнової кліті в даному випадку використовуються не повністю [9].

У роботі [34] представлені технічні характеристики робочих клітин станів РЗП. На найбільшому з них РЗП-500 використовують заготовку максимального діаметра 450 і отримують підкат мінімального діаметра 120 мм у чорновій кліті і відповідно 150 та 90 мм – у чистовій кліті. Чорнова кліть реверсивна, в ній виконують кілька проходів, в чистовій - один прохід.

Відомостей про застосування клітей цього типу як чорнових у складі дрібносортих і дротових станів у технічній літературі не виявлено.

Ще однією пропозицією щодо застосування кліті поперечно-гвинтової прокатки (ПГП) є ЛПА [35], схема розташування основного обладнання якого наведена на рис. 1.6.

До складу ЛПА входить криволінійна МБЛЗ для виливки заготовок діаметром 80 мм, швидкість розливання 3,5 м/хв. Виходить з МБЛЗ безперервнолитої злиток, який розрізають на заготовки певної довжини, догрівають і вирівнюють температуру по поперечному перерізу заготовки і подають на завантажувальні грати. Далі заготовки за допомогою штовхача задають в кліть ПГП.



1 - МБЛЗ; 2 – ділильні ножиці; 3 - індукційний підігрівач; 4 - завантажувальні грати; 5 – штовхач заготовок; 6 – кліть ПГП; 7 – чорнова група клітей поздовжньої прокатки; 8 – летючі ножиці; 9 – чистова група клітей; 10 - термозміцнювальна установка; 11 – холодильник

Рис. 1.6. Схема розташування основного обладнання ЛПА конструкції ВНІІМЕТМАШ

Примітка. Джерело: [35]

Кліть ПГП або повністю, або частково замінює чорнову групу клітей. Другий варіант показано на рис. 1.6 (неправильне рішення). Якщо, як пишуть автори роботи [32], кліть ПГП замінює 6-8 клітей, то ще дві чернові кліті при діаметрі вихідної заготовки 80 мм, а діаметр готового прокату 14-20 мм не потрібні. Логічніше їх було б розмістити (при необхідності) в чистовій групі клітей. Розробники ЛПА вважають, що за рахунок додаткових зсувних деформацій металу в кліті ПГП відбувається більш глибоке його опрацювання, що позитивно позначається на структурі безперервнолитого зливка. ЛПА призначений для виробництва арматурних профілів № 12-20 та сортових профілів діаметром 14-20 мм.

Маса основного обладнання ЛПА – 330 т, довжина – 80 м, сумарна потужність електроспоживачів – 2700 кВт, річна продуктивність – 12 30 тис. т прокату. ЛПА пропонується застосовувати на міні-заводах [35]. Відомостей про реалізацію розробленого ЛПА не виявлено.

Головне, що вдалося вирішити розробникам ЛПА - це забезпечити кліть ПГП заготовкою круглого поперечного перерізу за умови застосування для її отримання традиційної МБЛЗ. Доцільність такого рішення підтверджують і

автори роботи [12]. Вони віддають перевагу радіальним МБЛЗ і наводять наступні дані: МБЛЗ для відливання заготовок діаметром до 150 мм зазвичай бувають двоструменевими, які працюють зі сталеплавильними агрегатами місткістю 15-20 т, або чотириручковими, що працюють з агрегатами місткістю до 100 т. Повідомляється також, що восьмиручкова МБЛЗ для відливання заготовок діаметром 120 мм працює в Італії в Генуї, при цьому сталь на МБЛЗ надходить із 250-тонного кисневого конвертера. [12]. Слід зазначити, що у більшості випадків виливок на МБЛЗ заготовок круглого поперечного перерізу пов'язують із трубним виробництвом, а також виготовленням коліс та бандажів.

Про доцільність об'єднання в один комплекс виробництва сталі та виробництва прокату декларує і компанія «Siemens-VAI» [36]. Запропоновано навіть термін цієї технології – WinLink – виграшне з'єднання. Трактуються воно як "безперервне виробництво сортового довгомірного прокату з рідкої сталі". При цьому сортова МБЛЗ пов'язана із прокатним станом. Конкретні схеми розташування обладнання, його характеристики, а також параметри технологічного процесу в статті [36] відсутні.

«Недавня економічна криза змусила виробників переглянути переваги початкових проектів сталеплавильних міні-заводів, що з'явилися на ринку близько 40 років тому» [36]. Відзначено переваги міні-заводів і далі: «Незважаючи на ці переваги, відносно тривалий термін окупності був основною перешкодою ширшому застосуванню міні-заводів для виробництва сортового довгомірного прокату. Це було наслідком низької рентабельності, що характерно для міні-заводів з малим обсягом виробництва, які виробляють стандартний сортамент з вуглецевої сталі в основному для будівельної промисловості» [36].

У статті [36] наведено порівняння показників звичайного міні-заводу та міні-заводу, що працює за технологією WinLink. Звичайно, для технології WinLink вони значно кращі. Все це справедливо і для підприємств повного металургійного циклу або навіть ще ефективніше, а саме за рахунок поєднання процесів розливання та прокатки металу.

Висновки до розділу

Збереження життєздатності ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» в умовах входження України до Асоціації з ЄС можливе лише за його корінної реконструкції, яка має дозволити суттєве зниження собівартості продукції, що випускається.

Розвиток дрібносортних та дротових станів характеризується кількома етапами – від лінійних до напівбезперервних, від безперервних станів, що працюють на катаній заготовці поперечного перерізу 80×80 або 62×62 мм, до безперервних станів, на яких використовуються заготівки поперечного перерізу 125×125 та 150×150 мм.

З урахуванням розташування основного обладнання, перерізу використовуваної заготовки, а також числа ниток металу, що прокатується, можна запропонувати наступну класифікацію дрібносортних і дротових прокатних станів: перше покоління – лінійні прокатні стани; друге покоління – напівбезперервні прокатні стани; третє покоління - безперервні чотириниткові прокатні стани, що працюють на катаній заготівці малих поперечних перерізів; четверте покоління - безперервні двониткові прокатні стани, що працюють на безперервнолитій заготівці великих поперечних перетинів; п'яте покоління – безперервні одониткові прокатні стани; шосте покоління - агрегати, що поєднують процеси розливання сталі і прокатки металу – ЛПА.

Перехід на використання безперервнолитної заготовки диктує необхідність використання її лише великих поперечних перерізів (щонайменше 125×125 мм), отже, зупинку всіх дрібносортних і дротових станів першого і другого поколінь і обов'язкову реконструкцію станів третього покоління. При реконструкції діючих та будівництві нових станів необхідно прагнути до того, щоб прокатні стани були елементом ливарно-прокатного агрегату, що забезпечить високу якість продукції та мінімальні енергетичні, матеріальні та трудові витрати на її виробництво.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1. Листовий ливарно-прокатний агрегат для ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

У роботі [1] представлені переваги та недоліки ПАТ «Арселор-Міттал Кривий Ріг», що є на даний час і зроблено висновок про доцільність корінної реконструкції цього підприємства. Реконструкція буде дуже дорогою і мають бути вагомі доводи для її початку.

Базою реконструкції безумовно мають стати наявні шахтоуправління, гірничо-збагачувальне, коксохімічне та металургійне виробництва. Ймовірно, за всіма вказаними виробництвами певні заходи необхідно буде виконати, але головне – це модернізація металургійного виробництва.

Існуючі потужності аглодоменного департаменту в частині виробництва агломерату значно вищі за потребу комбінату, що дозволяє реалізувати його як товарну продукцію.

У частині доменного виробництва слід зазначити те, що, як прогнозують фахівці, повної заміни його альтернативними процесами в найближчі 50 років (називають навіть цифру - 100 років) не відбудеться. Тому на першому етапі реконструкції обсяг виробництва чавуну може бути збережений на рівні 5-6 млн. т/рік, але за обов'язкової умови освоєння технології виплавки чавуну із застосуванням пиловугільного палива на всіх доменних печах. Сталеплавильне та прокатне виробництва підлягають модернізації [37-38].

У сталеплавильному виробництві мартенівські печі повинні бути безумовно виведені з експлуатації, і вся сталь повинна виплавлятися в кисневих конвертерах і розливатися на МБЛЗ, але працюючих не окремо від прокатних станів, а в комплексі з ними, тобто повинні бути використані ливарно-прокатні агрегати, що складаються з МБЛЗ в одній лінії з прокатними станами.

Наявність на ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» шести 160-тонних конвертерів дозволяє розраховувати на виробництво сталі 6-6,5 млн т/рік. При цьому,

оскільки вся сталь буде розливатись на МБЛЗ, то об'єм сталі, відлитої в безперервнолиту заготовку, збільшиться на 6-7% порівняно з виливком сталі в зливки, що зумовить збільшення обсягів прокату, що виробляється, не менше, ніж на 5-6% [37].

Раніше був відзначений, як один із суттєвих недоліків підприємства, його вузький сортамент прокатної продукції. Розширення сортаменту ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» доцільно провести за рахунок організації виробництва гарячекатаної листової продукції. В Україні працювали два широкосмугові стани гарячої прокатки (ШСГП): на ПАТ «Запоріжсталь» та ПАТ «Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча» (ММК ім. Ілліча). На обох станах прокатували гарячекатані смуги шириною трохи більше 1500, товщиною 1,5-10 мм. Перший з цих станів фізично і морально зношений і працює з використанням слябів з мартенівської сталі, що розливається у виливниці (злитковий переділ). Другий стан піддавався реконструкції, але злитковий переділ на ньому поки що зберігся та і знаходиться стан на тимчасово окупованій території [37].

На товстолистових (ТЛС) реверсивних станах 3600 ПАТ "Азовсталь" прокатували листи мінімальної товщини 7 мм, стан 3000 ПАТ ММК ім. Ілліча - 8 мм, стан 3000 ПАТ "Алчевський металургійний комбінат" - 6 мм. Нажаль всі вони на тимчасово непідконтрольній Україні території. Найімовірніше, вони настільки пошкоджені внаслідок бойових дій, що не підлягає відновленню.

Звідси випливає, що ніша гарячекатаних смуг товщиною 1,5-6 та шириною в діапазоні понад 1500 і до 2200 мм в Україні не використовується. Цифра 2200 мм прийнята, виходячи з того, що світовий парк ШСГП обмежений максимальною довжиною бочки валків 2400 мм, тільки один у світі ШСГП має довжину бочки валків 2500 мм [37-38].

Виходячи з економічних та тимчасових міркувань, пропонується заповнити цю нішу листовою продукцією за рахунок будівництва на ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» середньосябового ливарно-прокатного агрегату на базі стану Стеккеля.

Починаючи з 2000-х років стани Стеккеля стали досить інтенсивно

розвиватися. Причому їх почали застосовувати не тільки для прокатки смуг товщиною до 10 мм в основному з легованих марок сталі, а й для листів завтовшки до 50 мм, у тому числі і з вуглецевих рядових марок сталі. Це своє чергу зумовило збільшення довжини бочки валків до 3250 мм [39-42].

У зазначених роботах зазначено, що стани Стеккеля стають серйозними конкурентами ШСГП щодо прокатки смуг до ширини 3200 мм і ТЛС щодо продуктивності. За наявності двоклітинного (чорнова і чистова кліті) стану Стеккеля його річне виробництво може досягати 1,5 млн. т (тобто значно більше, ніж традиційних ТЛС, мають обсяги виробництва 500-800 тис. т/рік [42]). З цим важко погодитися, оскільки ТЛС 3600 ПАТ «Азовсталь» має проектну потужність 1,7 млн. т/рік, а ТЛС 3000 ПАТ ММК ім. Ілліча – 2,5 млн. т/рік.

Конкретно для ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» використовувати стан Стеккеля для виробництва товстого листа на першому етапі реконструкції недоцільно. На це є головні причини [37].

По-перше, ділянки ад'юстажу для тонкого і товстого листа різні, причому для товстого листа машини і прилади для різання, правки, термообробки та контролю якості більші, складніші і дорожчі. Тобто, виробництво товстого листа збільшить витрати як на будівництво, так і на обладнання.

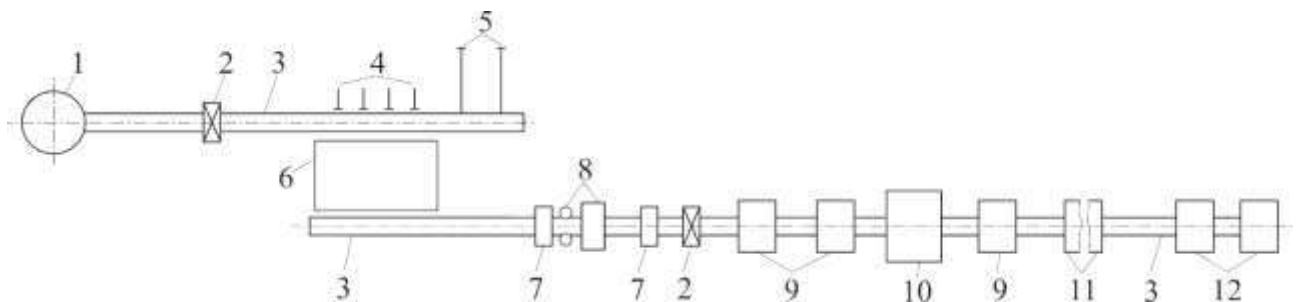
По-друге, прокатка товстого листа на станах Стеккеля проводиться без використання розташованих з передньої та задньої клітей моталок. Тобто в цих моталках необхідно буде підтримувати певну температуру (нераціональне використання електроенергії або газу), або відключати опалення (у цьому випадку кладка печі буде працювати в режимі нагрівання-охолодження, що викличе зниження її стійкості).

По-третє, однією з переваг станів Стеккеля є відсутність розкатних протяжних рольгангів при чистовій кліті, а при прокатуванні товстих листів вони необхідні.

Тому ливарно-прокатний агрегат із станом Стеккеля на першому етапі реконструкції підприємства доцільно зорієнтувати на виробництво гарячекатаних смуг товщиною 1,5-6, шириною 1500-2200 мм. Це одразу визначає довжину

бочки валків прокатних клітей – 2400 мм [37].

Спрощену схему основного обладнання комплексу показано на рис. 2.1.



1 - МБЛЗ; 2 – ножиці; 3 – рольганги; 4 - зіштовхувачі гарячих слябів; 5 - пристрій подачі холодних слябів; 6 – нагрівальна піч; 7 – гідрозбив окалини; 8 – універсальна кліть дуо; 9 – пічні моталки; 10 - кліть кварто; 11 - душуючі пристрої; 12 - підпільні моталки

Рис. 2.1. Схема розташування обладнання ЛПА

Примітка. Джерело: [37]

Оскільки ширина слябів повинна відповідати ширині смуг, що прокатується, то максимальна ширина слябів, що відливаються на МБЛЗ повинна бути 2200 мм. З урахуванням результатів досліджень Донніччермету та ДонНТУ реально редукування слябів по ширині в універсальній чорновій клітці ШСГП може становити 250 мм [43]. У цьому випадку для забезпечення всього діапазону ширини смуг 2200-1500 мм з градацією по ширині через 50 і 100 мм необхідно буде мати для МБЛЗ три розміри кристалізаторів по ширині: 2200, 1950 і 1700 мм. Це дозволить виключити необхідність застосування складного і дорогого кристалізатора з бічними стінками, що переміщуються. [43].

Для представленої на рис. 2.1 схеми в роботах [42] та [44] рекомендується виливання слябів товщиною 150 [42] або 125 мм [44]. Такі сляби відносять по товщині до середніх, а сам ЛПА тому називають середньослябовим. [45].

Підігрів гарячих слябів здійснюють у методичній печі з крокуючим подом. Розміри печі визначаються переважно довжиною слябів. У роботі [42] вказано

можливу максимальну довжину слябів 18 м. При товщині 150 мм їх маса складе приблизно 75 т. Така довжина і маса спричинять збільшення ширини печі, довжини розкатних полів, що примикають до чорнової кліті. Тому для умов ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» рекомендуємо обмежити довжину слябів до 15 м, як це нині прийнято для діючих ШСГП.

Необхідно передбачити і невеликі обсяги нагріву холодних слябів при їх відсортуванні з основного технологічного потоку. У цьому випадку час нагріву збільшуватиметься, а годинна продуктивність ЛПА – падатиме.

Як чорновий кліті доцільно застосовувати реверсивну універсальну кліть дуо. Це дозволить не тільки забезпечити необхідну товщину підкату для чистової кліті, але й виконати редукування розкатів по ширині.

Чистова кліть має бути кварто, а спереду та ззаду її розташовують пічні моталки. На традиційних станах Стеккеля їх дві. При цьому довгий час не була вирішена проблема запобігання заохолодження кінців смуг, прокатаних у валках і зупинених у роликах, що тягнуть-задають. Нерівномірність розподілу температури по довжині смуги зумовлювала нерівномірність механічних властивостей та поздовжню різнотовщинність смуг.

Це завдання було вирішено фахівцями фірми VAI (Австрія) шляхом створення нової конструкції моталки, яка дозволяла виконувати повну смотку смуги, а потім видачу її кінця з моталки. Процес руху смуг при їх змотуванні та розмотуванні описаний у роботі [46] при використанні матеріалів доповіді, зробленого фахівцями VAI на міжнародній конференції, що відбулася в Нейвельді. в 1996 р.

Основним недоліком цього процесу є паузи, що виникають між прокаткою наступних один за одним смуг, що призводять до зниження продуктивності стану. Для усунення цього недоліку фірмою VAI запропоновано установку на стані Стеккеля третьої моталки [47].

У цьому випадку перші три проходи ведуть традиційно з почерговою смоткою смуги на найближчих до кліті моталках. Потім виконують четвертий прохід і смугу змотують повністю на додаткову моталку для підігріву, другу смугу задають у валки, проводять три проходи і змотують повністю на одну із звичайних

моталок, де її затримують для підігріву, а з додаткової моталки в останній прохід видають першу смугу, а після проходу змотують на підпольну моталку. Після цього другу смугу повністю змотують на третій моталці для підігріву, в прокатку надходить третя смуга т.д.

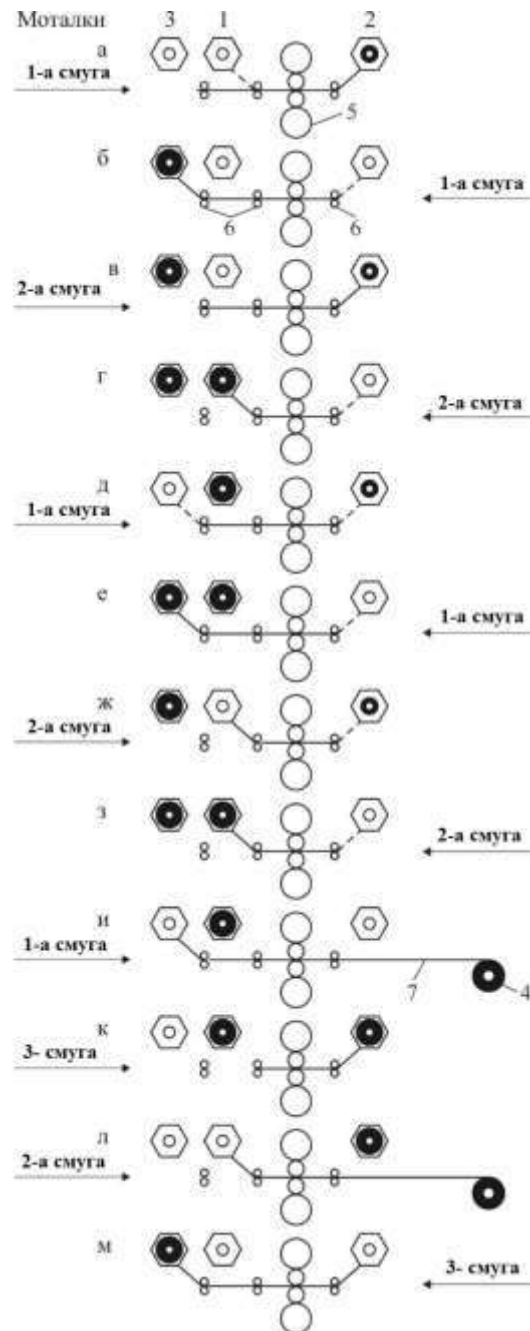
Працівниками ДонНТУ запропоновано нову схему прокатки, показану на рис. 2.2.

Відповідно до представленого малюнку рух смуг на ділянці чистової кліті відбувається наступним чином.

Перша смуга надходить у робочу кліть для першого проходу, після якого її передній кінець надходить на моталку 2 (позиція а) і відбувається часткова смотка смуги. Задній її кінець обтискають у валках, але залишають його в тягнуче-задаючих роликах (як при традиційній схемі прокатки). Далі реверс валків, і виконується другий прохід смуги зі смоткою на моталці 3 (позиція б). Відразу після цього у валки задають другу смугу для першого проходу, прокатують її і не повністю змотують на моталці 2 (позиція в), реверсують валки, виконують другий прохід і повністю змотують смугу на моталку 1 (позиція г). У цей час перша смуга підігрівається в моталці 3 і після змотування другої смуги на моталці 1 видається з моталки 3 у валки для чергових двох проходів з неповною смоткою на моталці 2 (позиція д), а після другого з цих проходів вона надходить на підігрів у моталку 3 (позиція е). Після підігріву на північній моталці 1 друга смуга надходить у прокатку на два проходи і знову повністю змотується на моталці 1 (позиція з), а перша смуга з моталки 3 видається у валки для останнього проходу і після нього транспортується під моталкою 2, надходить на відповідний рольганг і змотується на підпільній моталці 4 (позиція і).

У кліть подають третю смугу, здійснюють перший прохід і повністю змотують її на моталці 2 (позиція к). Після цього другу смугу з моталки 1 видають в останній прохід, після нього транспортують під моталкою 2 і змотують на моталці підпільної 4 (позиція л). Тепер третя смуга з північної моталки 3 надходить у валки для другого проходу та повної змотування на північній моталці 3 (позиція м). Далі в прокатку надходить четверта смуга (на рисунку не показана) і операції

повторюються [48].





1-3 – пічні моталки; 4 – підпільна моталка; 5 – чистова кліть; 6 - ролики, що тягнуть-задають; 7 - відповідний рольганг. Значок  позначено неповна смотка смуги, а значком  - - повна

Рис. 2.2. Нова схема прокатки смуг у кліті Стеккеля, оснащеної трьома пічним моталками з можливістю повного змотування смуги в них

Примітка. Джерело: [46]

Відмінність нової схеми від схеми фірми VAI полягає в тому, що всі смуги повністю змотують у пічних моталках для підігріву не менше двох разів. При цьому тривалість одного підігріву відповідає тривалості двох проходів іншої смуги, тобто є можливість підігрівати рулон (особливо його захоплені кінці, що знаходяться в двох-трьох останніх витках рулону) не тільки перед останнім проходом, але і приблизно в середині процесу прокатки, що сприяє підігріву по всьому перетину і ширині. Досить тривале перебування рулону в пічних моталках сприяє підвищенню ефективності роботи барабанів моталки, що підігріваються, оскільки збільшується час їх контакту зі смугою.

Після прокатки смуги проходять під установкою, що душує, для отримання необхідної температури змотки і змотуються на підпільній моталці.

Практика роботи ШСГП показує, що при дотриманні передбачених технологічною інструкцією діапазонів температури кінця прокатки і смотування смуг, а також встановлених значень відносного обтискання металу в останній кліті, одержувана продукція має необхідну структуру металу і його механічні властивості. Лише 5-10% від загального об'єму продукції вимагає термічну обробку з окремого нагріву. Тому в аналізованому випадку бажана установка безперервного агрегату нормалізації.

Для порізки смуг необхідно також передбачити агрегат поперечної різання (для порізки смуг на листи заданої довжини) і агрегат поздовжнього різання (для отримання вузьких смуг, штрипсів). Агрегати повинні бути оснащені і механізмами упаковки пачок листів та ув'язування рулонів..

Пропонувати конкретні параметри технології виробництва гарячекатаних смуг та обладнання, що її забезпечує, слід виконати на стадії передпроектного опрацювання після попереднього розгляду та прийняття рішення про доцільність реалізації описаної пропозиції для умов ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»».

Надалі з метою поглиблення ступеня переробки сталі на ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» можливе будівництво або цеху для гнутих профілів, або цеху холодної прокатки листової продукції із захисними покриттями.

2.2. Сортові ливарно-прокатні агрегати для ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

На початку 50-х років минулого століття виник високий попит на катанку та арматурні профілі для армування залізобетонних конструкцій. Він був зумовлений як реалізацією післявоєнної програми відновлення зруйнованих підприємств, і початком масового житлового будівництва. Для здійснення цього попиту почалося введення в дію безперервних дровових і дрібносортних станів з доведенням швидкості прокатки на дровових станах до 30 м/с [11].

Такі стани почали працювати на «Криворіжсталі», у період із 1956 по 1971 р.р. було введено в дію сім дровових та дрібносортних станів. Оскільки на всіх підприємствах сталь розливали в зливки, які прокатували на блюмінгах і безперервно-заготівельних станах (БЗС), то всі стани цього типу, що почали працювати, були зорієнтовані на заготівку поперечного перерізу 80×80 мм.

Перехід на безперервне розливання сталі, що забезпечує істотне зниження витрати металу на тонну придатного прокату, енергоносіїв, трудовитрат, капітальних та експлуатаційних витрат зумовили і появу двох серйозних завдань. Перше з них - отримання безперервним розливом заготовок малих перерізів з точки зору продуктивності МБЛЗ, особливо в умовах появи сталеплавильних агрегатів великої одиничної потужності (наприклад, конвертерів ємністю до 450 т). Друге – забезпечення необхідного опрацювання литої структури безперервнолитого металу. Як показано в роботі [11], для вирішення цієї проблеми необхідно мати заготівку поперечного перерізу від 150×150 до 280×280 мм і більше.

Проблему розливання сталі з розливних ковшів великої ємності вирішували збільшенням числа струмків у МБЛЗ спочатку до шести, а потім до семи та восьми [12]. Друге завдання, як показала практика, у більшості випадків вирішується при використанні заготовок поперечного перерізу 150×150 мм. Далі вирішення цих двох завдань відбувалося паралельно у двох напрямках.

Перший напрямок – будівництво нових дровових та дрібносортних станів з використанням заготовок поперечного перерізу 150×150 мм. Першим таким

станом став двонитковий дрововий стан 150 [18]. На відміну від попередніх чотириниткових дровових станів він двонитковий. На ньому виготовляють катанку діаметром 5,5-10 мм із вуглецевих, інструментальних, пружинних, підшипникових, корозійностійких та інших легованих марок сталі. Продуктивність стану 400 тис. т/рік при швидкості прокатки 60 м/с. Надалі стан був модернізований та швидкість прокатки доведена до 80 м/с [4].

У 1984 р. та 1985 р. на Молдавському металургійних заводах введено в експлуатацію дрібносоротно-дротові стани 320/150. За сортаментом вони практично однакові: катанка діаметром 5,5-12 мм, круглий сортовий прокат діаметром 10-40 мм і квадратний – зі стороною 10-40 мм, прокат для армування залізобетонних конструкцій № 10-40, рівнополочні швелери № 5 та 6,5, куточки. Дрібносоротні профілі поставляють у прутках, катанку - в бунтах. На станах використовували безперервнолиту заготовку поперечного перерізу 125×125 мм. Стани склалися з 20 двовалкових клітей, розташованих в одну лінію і десятиклітинних блоків чистових клітей. Максимальна швидкість прокатки сортових профілів становила 20 катанки – 100 м/с.

На обох станах після тривалої експлуатації було виконано реконструкцію. На одному стан 320/150 був поділений на стани 320 і 150 із встановленням нового відповідного обладнання. Переріз заготовки збільшено до перерізу 150×150 мм. На стані 320/150 Молдавського заводу перед чорною групою клітей встановлено дві додаткові кліті, що дозволило збільшити переріз вихідної заготовки. На обох станах ускладнений марочно-розмірний сортамент [4].

Представлені нові дрібносоротні та дровові стани, як і інші аналогічні стани, у тому числі і за кордоном, є складними багатоклітьовими агрегатами з потужним електрообладнанням, системами автоматики та контролю технологічного процесу та якості прокату по технологічній лінії виробництва та кінцевої продукції. Вони високопродуктивні та добре вписуються в структуру інтегрованого металургійного підприємства з потужними доменними та сталеплавильними цехами. Їхнім головним недоліком є відсутність тісного поєднання процесів виплавки, розливання сталі та виробництва прокату. При цьому температура

металу, що розливається, використовується вкрай слабо (тільки при гарячому і теплому посаді заготовок в нагрівальні печі, причому при безперервному розливанні гарячий посад організувати практично неможливо, а теплий - важко) [49].

Тому у світовій металургії було зроблено наступний крок – поєднання в одному агрегаті безперервного розливання сталі та прокатки її в готову прокатну продукцію. Він отримав назву – ливарно-прокатний агрегат – ЛПА.

У роботі [22] представлений аналіз складнощів у поєднанні МБЛЗ та дрібносортих та дровових станів. Основні з них пов'язані з тим, що стани цього типу мають широкий марочний і розмірний сортамент, на них прокатують продукцію різної форми, часто партії продукції невеликі. Все перераховане обумовлює різну продуктивність прокатного стану, МБЛЗ мають мало змінюючись продуктивність. Це і затримало розвиток сортових ЛПА, поки кількість їх реалізації невелика.

Найбільшою мірою розрекламованим у технічній літературі є ЛПА, який отримав назву «Luna». На ньому реалізовано процес «нескінченного лиття та прокатки» (ECR -Endless Casting rolling), розроблений фірмою «Даніелі» [23-25]. ЛПА почав працювати 2000 р. на заводі фірми «Acciaierie Bertoli Safau» (ABS) в Удіні (Італія). Схему розташування основного обладнання ЛПА «Luna» показано було на рис. 1.4

У ЛПА застосована двохструмкова МБЛЗ, яка може працювати на два або один струмок залежно від необхідного обсягу виробництва. Перетин заготовок, що відливаються 200×160 мм. Проміжний ківш ємністю 30 т. Кристалізатор (довжина 1200 мм) виконаний зі зміною конусності і є триступенева система електромагнітного перемішування металу: в кристалізаторі, струмку і кінцеве. Швидкість лиття заготовок (м/хв.): для вуглецевих марок сталі – 6,0; цементованих – 5,5; пружинних – 5,0; мікролегованих (бором та ванадієм) – 4,5; підшипникових – 4,0; корозійностійких – 3,5. Вихідний ділянку кожного струмка МБЛЗ (відвідний рольганг) до тунельної печі обладнаний теплоізолюючими кришками.

На стані виготовляють круглі профілі діаметром 2-100 мм та квадратні зі стороною 40-100 мм – у прутках; круглі профілі діаметром 15-50 мм – у бунтах

із вуглецевих і, головним чином, легованих марок сталі. Річна продуктивність ЛПА 500 тис. т.

ЛПА дозволяє: постачати ринку високоякісну продукцію з різними видами термічної обробки; забезпечити короткий час виконання замовлень (кілька днів); низькі витрати енергоресурсів; досягти високого виходу придатного [23-25].

Описаний ЛПА призначений головним чином виробництва продукції з легованих марок сталі. На дрібносортих станах ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» марочний сортамент значно простіше і тому не буде потреби у застосуванні гартувальної установки та широкого набору видів термообробки.

Фірмою «Mannesmann-Demag» (ФРН) розроблено ЛПА для виробництва прутків у пакетах \varnothing 13-17 мм; в бунтах \varnothing 13-40 мм; смуги перетином $(30 \times 8) \div (90 \times 12)$ мм; катанки и круглих профілів \varnothing 5,5-18 мм з вуглецевої рядової та якісної, легованої (автоматної, шарикопідшипникової, ресорної, інструментальної, корозійностійкої) сталей [26]. Особливостями ЛПА є застосування горизонтальної МБЛЗ та машини інтенсивного обтиснення (МІО). Схему розташування основного обладнання ЛПА наведено було на рис. 1.5.

Застосування горизонтальної МБЛЗ обґрунтовано тим, що вона має ряд переваг: круглі заготовки охолоджуються рівномірніше квадратних і прямокутних, що сприяє отриманню безперервнолитого зливка з гарною поверхнею; можливість розливати як низьковуглецеві, так і високолеговані сталі; кристалізатори з внутрішньою круглою формою економічно більш вигідні, ніж з прямокутною та квадратною формою через зниження витрат на подальшу обробку внутрішньої поверхні; можливість використання безперервнолитих злитків круглого поперечного перерізу в МІО.

Застосування МІО дозволяє виключити чорнову шестиклітинну групу. Крім цього застосування МІО забезпечує сприятливий температурний профіль по довжині розкату за рахунок його інтенсивного обтиснення, безударне захоплення заготовки без проводкової арматури, швидку перевалку валків, зниження чисельності обслуговуючого персоналу, капітальних витрат при виготовленні

МІО на 25 %, а поточних – на 20 %, можливість допускати зношування кристалізатора аж до 20 мм [26].

У аналізованому ЛПА є два нетрадиційні елементи: горизонтальна МБЛЗ для виливки безперервнолитих злитків круглого поперечного перерізу і МІО.

Необхідність використання заготовок круглого поперечного перерізу обумовлена наявністю лінії ЛПА МІО. Вище були відзначені деякі переваги, які забезпечує вилівок заготовок круглого поперечного перерізу, до цього слід додати і те, що така форма сприяє розосередженню центральної пористості і ліквідації, що виникає в осьовій зоні, а також сприяє отриманню підвищеної щільності рівноосної структури металу в осьовій зоні заготівки [18].

У більшості випадків такі заготовки використовують для виробництва безшовних труб, коліс, бандажів та кілець. Лише в 80-х роках минулого століття заготівки круглого поперечного перерізу почали застосовувати для виробництва катанки і дрібного сорту. За даними роботи [18] у світі працює дещо більше 30-ти МБЛЗ горизонтального типу з вилітком заготовок круглого поперечного перерізу. Діаметр заготовок, що відливаються 110-150 мм.

Вибір МБЛЗ горизонтального типу був пов'язаний з тим, що їх легко розміщувати в діючому цеху, так як вони мають мінімальну висоту, будівництво вимагає мінімальних капітальних витрат, оскільки конструкція проста (відсутня проміжний ківш зі стопорами і склянкою-дозатором), а також низькі експлуатаційні витрати, оскільки все обладнання МБЛЗ розташоване на рівні підлоги.

В Україні горизонтальну МБЛЗ було встановлено на Краматорському металургійному заводі. Передбачалося відливати заготовки поперечного перерізу 175×175 мм.

Дослідження, виконані на дослідних і нечисленних промислових горизонтальних МБЛЗ показали, що для успішної їх роботи необхідно вирішувати проблему надійності вузла стикування зони контакту водоохолоджуваного кристалізатора і вогнетривкого матеріалу [28, 29].

Машину інтенсивного обтиснення – МІО за кордоном називають також редуційно-калібровочним блоком –RSB, а в Україні – станом радіально-зсувної

прокатки. Автори роботи [30] зазначають, що прокатний та калібрувальний блоки були розроблені на початку 90-х років минулого століття. Причому прокатні багатоклітинні блоки тривалкових клітей є чистовими і їх встановлюють як завершальний агрегат, призначений для прокатки катанки або дрібного сорту круглого поперечного перерізу при швидкості аж до 120 м/с. Редуруючі блоки, як правило, одноклітинні, також тривалкові, призначені для установки замість чорнової групи клітей або в чорновій проміжній групі [30].

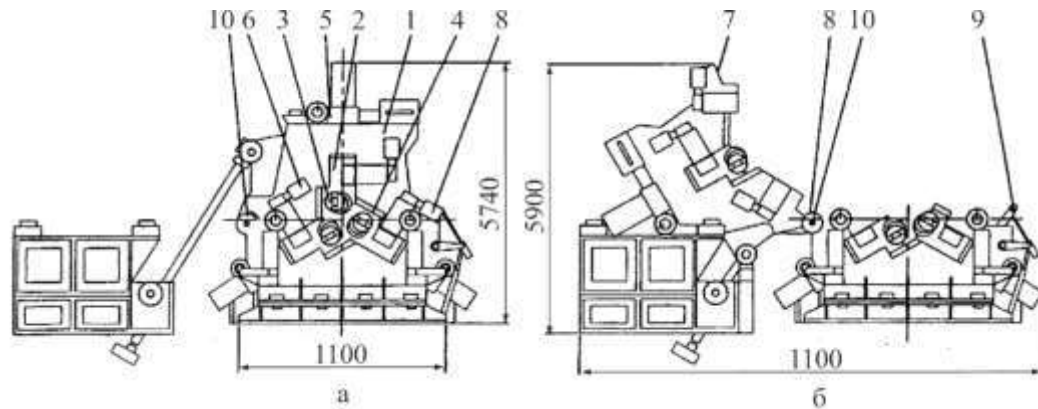
Процес та обладнання для радіально-зсувної прокатки (РЗП) розроблено значно раніше, ніж за кордоном [31]. За загальною структурою стани радіально-зсувної прокатки ідентичні станам гвинтової прокатки, які застосовуються для виробництва безшовних гарячекатаних труб. Основна відмінність цих технологічних процесів полягає в тому, що при виробництві труб створюють «розпушення» центральної зони круглої заготовки (прошивка труби), а при процесі РЗП відбувається ущільнення металу заготовки по всьому поперечному перерізу. Теорія, технологія та обладнання для реалізації процесу РЗП представлені у роботах [32-34].

З використанням отриманих результатів спроектовано й у 1989 р. пущений в експлуатацію стан радіально-зсувної прокатки РЗП-130, призначений для виробництва високоякісних прутків з титанових сплавів. Конструкція стану дозволяє вести реверсивну прокатку. Схема кліти стану РЗП-130 наведена на рис. 2.3.

Робоча кліть стану РЗП-130 виготовлена у вигляді литої роз'ємної станини 1, в циліндричних розточках якої під кутом 120° розміщені барабани 2 з жорстко закріпленими валковими вузлами 3. Відстань між валками 3 змінюється переміщенням барабанів 2 направляють станини 4 за допомогою механізму установки валків 5. Розворот валків на необхідний кут подачі досягається обертанням барабанів 2 в циліндричних розточках 2 станиною. кришка прилягає до основи станини опорними поверхнями 7 і 8 і притискається стяжкою 9, забезпечуючи разом з шарнірним з'єднанням 10 і стяжкою цілісність і високу жорсткість станини.

Як спосіб ведення перевалки в лінії стану РЗП-130 передбачена схема заміни валків за допомогою відкидання кришки кліти з барабаном, що знаходиться в ній.

При перевалці нижні барабани з валками, відкрито розташовані на підставі станини, замінюються з допомогою крана. Для заміни верхнього барабана з валком використовується спеціальний стенд.



а – робоче положення; б - положення перед перевалкою валків.

Рис. 2.3. Схема кліті стану СРП-130

Примітка. Джерело: [34]

Стан РЗП складається з двох клітей. Чернова кліть (див. рис. 2.3) працює у реверсивному режимі. У ній виконують 9-11 проходів з разовими коефіцієнтами витяжки 1,15-1,25. Такий режим виключає можливість деформаційного нагріву, оскільки температурний інтервал деформації титанових сплавів досить вузький. Максимальний діаметр заготовки для чорнової кліті становить 160, а мінімальний діаметр розкату після прокатки - 75 мм. Конструкція чистової кліті аналогічна чорновій. У ній виробляють один прохід і забезпечують високу точність одержуваних прутків, мінімальну кривизну і гладку поверхню. Максимальний діаметр підкату для чистової кліті становить 110, а прутка після прокатки 65 мм, деформаційні можливості чорнової кліті в даному випадку використовуються не повністю.

Ще однією пропозицією щодо застосування кліті поперечно-гвинтової прокатки (ПГП) є ЛПА [32], схема розташування основного обладнання якого наведена на рис. 1.6.

До складу ЛПА входить криволінійна МБЛЗ для виливки заготовок діаметром 80 мм, швидкість розливання 3,5 м/хв. Виходить з МБЛЗ безперервнолитої злиток, який розрізають на заготовки певної довжини, догрівають і вирівнюють температуру по поперечному перерізу заготовки і подають на завантажувальні грати. Далі заготовки за допомогою штовхача задають в кліть ПГП [32].

Переходячи до розробки можливих варіантів реконструкції блоку дрібно-сортних та дровових станів ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» визначаємо як загальне базове стратегічне становище – кожен із реконструйованих станів повинен працювати у складі комплексу, що поєднує в одному агрегаті розлив і прокат сталі в готову продукцію – прокат. Обов'язковою умовою при цьому має бути і позапічне оброблення сталі.

Найбільш підготовленим станом для створення ЛПА є дрібносортно-дротовий стан 250/150-6. Після реконструкції та введення в експлуатацію у 1997 р. його можна віднести до сучасних станів. На стані є сортова лінія, що складається з 10 горизонтальних і 10 вертикальних клітей дуо. Сортова лінія забезпечена установками прискореного охолодження прокату, трьома сортовими моталками та механізованою лінією транспортування, ув'язування та прибирання готової продукції. Максимальна швидкість прокатки у сортовій лінії 20 м/с.

Дротова лінія є продовженням сортової лінії і складається з ділянки проміжного водяного охолодження, універсальних та утримуючих ножиць, петлерегулятора, десятиклітинного чистового дротового блоку (п'ять вертикальних і п'ять горизонтальних клітей), ділянки водяного охолодження, укладача та транспортера витків, вентиляційної установки ув'язування мотків, розвантажувального візка, крокового транспортера. Лінія має установку регульованого двостадійного охолодження прокату. Максимальна швидкість прокатки катанки 100 м/с.

Початкова заготовка поперечного перерізу 150×150 й 125×125 мм. На стані прокочують дрібний сорт діаметром 14-32 та катанку 5,5-14 мм з конструкційних, вуглецевих звичайної якості та легованих марок сталі. Проектна потужність стану 650 тис. т/рік.

Для перетворення цього стану в ЛПА перед ним у безпосередній близькості від існуючої методичної печі з кроком подом слід розмістити МБЛЗ для виливки заготовок поперечного перерізу 150×150 мм так, щоб її загальний відвідний рольганг (на який за допомогою передавального візка передаються порізно порізані з усіх струмків МБЛЗ заготовки) переходить у приймальний пічний рольганг. При цьому на одному з них або на ділянці їх контакту передбачити холодильник для зсуву на нього бракованих або зайвих заготовок при продуктивності МБЛЗ більше, ніж продуктивність прокатного стану на найбільш трудомістких профілях.

Поруч із МБЛЗ має бути розміщена установка «ківш-піч», а при розширенні сортаменту стану в бік легованих марок сталі слід оцінити необхідність встановлення вакууматора.

Така реконструкція стану 250/150-6 буде найпростішою і дешевшою (порівняно з іншими станами підприємства), короткою за часом реалізації та практично станеться без зупинки стану. Вона відповідатиме договірним зобов'язанням купівлі-продажу, які передбачають переведення розливання сталі на МБЛЗ. Судячи за матеріалами статті [36], реконструкція стану 250/150-6 дозволить знизити витрати газу на 60; експлуатаційні витрати – на 30; площа, яку займають ці агрегати – на 20 і трудові витрати – на 20%.

Дротовий стан ДС 250-1, почав працювати в 1957 р., реконструйований за участю фірм СКЕТ і ЕЛПРО (ФРН) в двонитковий дротовий стан ДС 150-1 і введений в експлуатацію в 1996 р. Він призначений для виробництва катанки діаметром 5,5-12 мм з вуглецевої сталі звичайної якості та високоякісної. На стані використовується заготівка поперечного перерізу 150×150 мм, довжиною 12 м. Нагрівання заготовок виконують у методичній нагрівальній печі з крокуючими балками. Чорнова група складається з восьми клітей, перша проміжна із шести клітей, всі кліті дуо. Дві другі проміжні групи виконані у вигляді двох двоклітинних блоки кожна. Кліті консольного виконання, у горизонтальних та вертикальних клітях встановлені твердосплавні дискові валки. У чорновій та першій

проміжній групі клітей прокатка відбувається у дві нитки, а у двох інших проміжних групах та десятиклітинних чистових блоках клітей – в одну нитку.

Стан обладнаний системами петлерегулювання на ділянках проміжних груп між парами клітей і перед чистовими блоками клітей. Здійснюється дво-стадійне охолодження катанки. Стан оснащений автоматизованими системами управління процесом прокатки та локальними системами автоматичного регулювання параметрів прокатки. Максимальна швидкість прокатки 100 м/с. Проектна потужність 850 тис. т/рік. Стан можна віднести до сучасних станів.

У зв'язку з тим, що на ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» діють МБЛЗ з виливком заготовок поперечного перерізу 150×150 мм, доцільно одну з них повністю перевести на постачання заготовкою стану ДС 150-1. Тим більше, що їхні проектні потужності близькі. Поки що це не дозволяє створити ЛПА, але зберегти існуючі обсяги виробництва катанки на колишньому рівні. При цьому всі 100% заготовок, що використовуються, будуть безперервнолитими.

Будівництво МБЛЗ у ККЦ було великою помилкою – це технологія ХХ століття, у ХХІ столітті МБЛЗ розміщують поблизу прокатних станів, а ковші зі сталлю від конвертерів транспортують до них, тоді значною мірою використовується тепло рідкого металу.

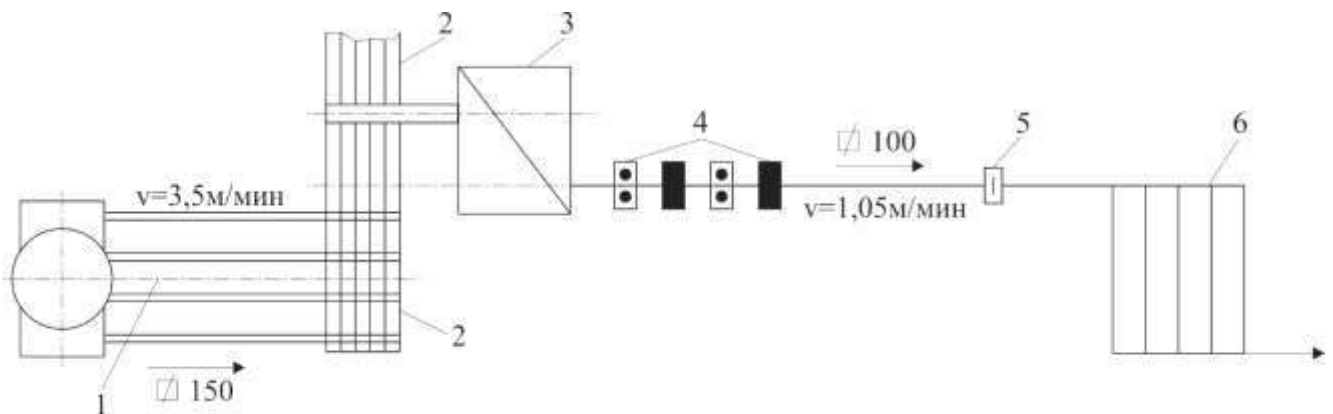
Значно складніша проблема модернізації інших дрібносортих станів, на яких використовуються заготовки з БЗС поперечного перерізу 80×80 мм. Перехід на безперервнолиту заготовку повинен обов'язково супроводжуватися збільшенням її перерізу не менше, ніж на 150×150 мм, а в ряді випадків і більших.

Фірмою СКЕТ для дротового стану 250 Єнакіївського металургійного заводу пропонувалося для переходу на заготовку поперечного перерізу 125×125 мм встановити перед існуючою чорною групою клітин п'ятиклітьову групу попереднього обтиснення, а існуючі нагрівальні печі замінити на одну нову. Цей варіант через необхідні великі витрати реалізований не був.

У роботі [11] чітко показано, що для переходу на заготовку поперечного перерізу 150×150 мм (замість 80×80 мм) необхідно додатково встановити чотири кліті безпосередньо перед чорною групою, а це недоцільно, так як при

незмінній кінцевій швидкості прокатки це призводить до зниження початкової швидкості з 0,15-0,25 до 0,08 м/с і суттєвого зниження температури розкатів. Це підтверджують і автори робіт. [14, 15].

Для вирішення цього завдання в роботі [11] пропонується установка безпосередньо за МБЛЗ ливарно-прокатного комплексу для редукування безперервно-литих заготовок поперечного перерізу 150×150 мм в заготовку перетином 100×100 мм. Схема комплексу наведена на рис. 2.5.



1 - МБЛЗ (показана одна з двох); 2 – шлеппер; 3 – підігрівальна піч; 4 – обтискна група клітей; 5 – ножиці; 6 – холодильник

Рис. 2.5. Ливарно-прокатний комплекс для виробництва заготівки перетином 100×100 мм для дрібносортих та дровових станів

Примітка. Джерело: [11]

З рисунку видно, що застосовані дві чотириструмкові МБЛЗ. Після порізки заготовок на мірні довжини (на рисунку ріжучі пристрої не показані) їх за допомогою шлеппера переміщують до нагрівальної печі, де їх підігрівають. Після цього заготівку прокатують в обтискній групі клітей і на ножицях обрізають головний і донний обріз і, якщо необхідно, ріжуть на заготовки необхідної довжини. Продуктивність комплексу понад 2 млн. т/рік.

Пропонована технологія практично повністю копіює агрегат, введений в експлуатацію в 1967 фірмою «Bohler» (Австрія) [16, 17]. Перетин вихідного зливка 140×140 , поперечного 80×80 мм. Обтискання проводилося відразу після

МБЛЗ без підігріву в чотириклітинній групі в клітях з горизонтальними і вертикальними валками, що чергуються. Такі ЛПА працювали дуже недовго, головним чином через збільшення кількості струмків. в МБЛЗ.

Комплекс, представлений на рис. 2.5, має безліч недоліків. Головні з них: по-перше, він не виключає встановлення перед чорною групою клітей дрібно-сортного стану двох додаткових клітей (оскільки з ЛПА видають заготовки поперечного перерізу 100×100 , а не 80×80 мм); по-друге, з'являється ще одна нагрівальна піч та обтискна група клітей; по-третє, комплекс автономний, вимагає окремого місця та обслуговуючого персоналу; по-четверте, на дрібносортний стан надходить холодна заготовка великого перерізу, а отже, буде потрібно традиційне нагрівання, та ще, напевно, існуючу піч доведеться міняти, так як переріз заготовок збільшується.

Отже, для ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» така пропозиція не підходить, ймовірно, і для інших підприємств теж, оскільки це рішення на рівні технологій минулого століття.

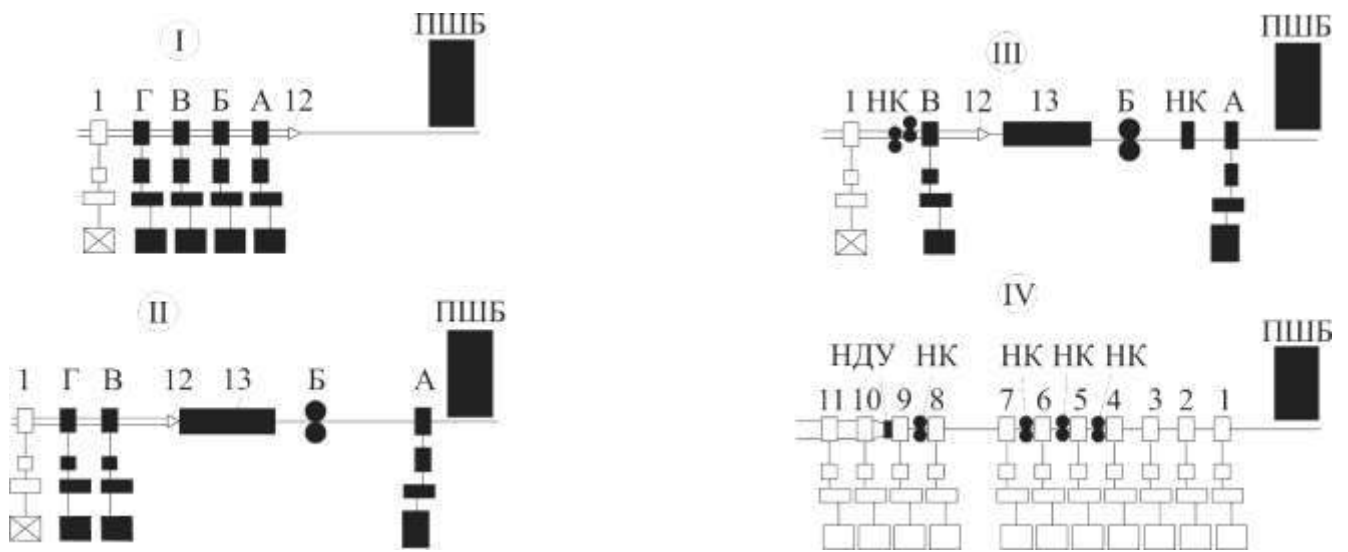
У роботі робіт [14] співробітники Інституту чорної металургії (м. Дніпропетровськ) розглянули чотири варіанти реконструкції дрібносортного стану 250 комбінату «Криворіжсталь» (рис. 2.6).

Варіант I. Перед існуючою клітиною №1 чорної групи розташовують чотири додаткові кліті А, Б, В, Г, в яких виконують двониткову прокатку.

Варіант II. Перед чорною групою клітей встановлюють окремо стоящу двоклітьову одноститкову безперервну групу клітей з видачею розкату в термостат, що підігрівається. Безпосередньо перед існуючою чорною групою клітей встановлюють дві кліті з горизонтальними валками, у яких прокатку виконують дві нитки. Нове обладнання розміщується на наявному майданчику, але його маса істотно збільшується в порівнянні з варіантом I.

Варіант III. На додаток до варіанта II за кліттю А встановлюють непривідну кліть з горизонтальними валками, а за кліттю В дві непривідні кліті з вертикальними валками. У цьому випадку кліть Г не встановлюють, але замінюють лінію

приводу існуючої робочої кліті №1 і сам привід на більш потужний, перерозподіляють навантаження між існуючими клітинами чорнової групи.



1-11 - існуючі кліті; 12 - переказна стрілка; 13 – термостат; ПШБ - нагрівальна піч із крокуючими балками; А-Г – додаткові приводні кліті; НДП - непривідний ділильний пристрій. НК – непривідні кліті. Додаткове обладнання, що пропонується до встановлення, показано заливкою

Рис. 2.6. Схема розташування обладнання головної частини стану 250 за варіантами реконструкції (I-IV)

Примітка. Джерело: [14]

У перших двох варіантах реконструкції змін у існуючій чорновій групі клітей не відбувається. Загальна довжина головної частини стану становитиме 49 м, маса обладнання за варіантом III менше, ніж за варіантом II, але більше, ніж за варіантом I.

Варіант IV. В основу варіанта покладено два нових для стану 250 технологічних рішення: використання непривідних робочих клітей і застосування «сліттинг-процесу». Варіант IV передбачає використання однопіткової прокатки в клітинах №№1-7 існуючої чорнової групи та клітинах №№8 та 9 проміжної групи, встановлення чотирьох непривідних клітей з вертикальними валками та процес прокатки-розділення після кліті №9 за допомогою

непривідного ділильного пристрою. У клітках №№10 і 11 проводиться двониткова прокатка зі швидкостями, що відповідають існуючим. Загальна довжина головної частини стану з нововстановлюваним обладнанням не змінюється в порівнянні з існуючою схемою, загальна маса обладнання в порівнянні з діючою схемою збільшується незначно.

Всі запропоновані варіанти реконструкції стану 250 передбачають заміну існуючої штовхальної нагрівальної печі на комбіновану піч з крокуючими балками і подом, що забезпечить необхідний нагрівання заготовки збільшеного перерізу.

Авторами роботи [14] виконано порівняльний аналіз запропонованих варіантів реконструкції. Вихідними були прийняті: переріз заготовки 150×150 мм; швидкість прокатки у чистовій кліті 18 м/с. Розрахунки виконані для умов прокатки арматурних періодичних профілів №12 й №16.

Розрахунки показали, що при реалізації варіанта I температура прокатки в клітках 1-7 знижується майже на 150°C проти існуючого режиму, що призводить до перевантаження за потужністю головного приводу робочої кліті 4, по моменту прокатки - клітей 2 і 3. Отже, для цього варіанта необхідна реконструкція практично всіх клітей чорнової групи.

При реалізації варіанта II зниження температури в клітинах 1-7 становить більше 100°C і це незважаючи на наявність термостату.

Варіант реконструкції III характеризується падінням температури у чорновій групі клітей дещо нижче 100°C проти існуючого температурного режиму. Завантаження електродвигунів головного приводу клітей 2, 5 і 6 збільшується, але це може бути усунуто перерозподілом обтискань по клітках чорнової групи.

При реалізації IV варіанта зберігається нормальна завантаження існуючих чорнових клітей та їх приводів. Тобто цей варіант найбільш раціональний із усіх запропонованих..

Розрахунки, проведені в НВО «Донікс» та наведені в роботі [15], дозволили зробити висновки, що загалом узгоджуються з висновком авторів роботи [14] щодо неприйнятності варіантів I та II.

Варіант III є перехідним від варіанта II до варіанта IV і докорінно не відрізняється від варіанта II за складом додаткового обладнання. Поява двох непривідних клітей замість однієї непривідної не виключає недоліків варіанта-аналогу.

У варіанті IV наявність великої кількості комплексів «привідна кліть-непривідна кліть» викликає необхідність додаткових капітальних витрат на систему автоматичного регулювання швидкісного режиму прокатки, без якої підтримка узгодженого режиму в чорновій групі клітей буде практично неможлива. Крім того, наявність непривідних клітей викликає необхідність розширення парку валків та призведе до ускладнення обслуговування табору. Отже і варіант IV для реалізації небажаний.

У роботі [15] запропоновано підвищити витяжну здатність стану 250-4 «Криворіжсталі» за рахунок застосування технології дворазової дворучової прокатки-поділу, але при цьому зберігається існуюча група клітей і, отже, збільшення поперечного перерізу заготовки 150×150 мм не станеться.

Таким чином, жоден із розглянутих варіантів реконструкції не пропонує створення ЛПА для прямого отримання готової продукції.

Складність створення ЛПА на ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» полягає в тому, що дрібносортні та дротові стани розташовані в єдиному блоці із загальними складами заготовок та готової продукції (крім стану 250/150-6). Тому необхідне глибоке проектне опрацювання розміщення МБЛЗ, позапічної обробки сталі, а також нагрівальних засобів у безпосередній близькості до прокатних станів. Реконструкція повинна проводитися по станах послідовно, зберігаючи можливість роботи станів, що не реконструюються..

Це і диктує вибір як типу МБЛЗ, так і шляхів збільшення обтискної здатності самого реконструйованого стану. Бажано, щоб при цьому була по можливості витримана єдина схема розташування параметрів обладнання ЛПА. Оскільки всі стани доцільно переводити на заготовки поперечного перерізу 150×150 мм, то на всіх станах печі необхідно буде замінити на більш сучасні та потужні.

Щоб не порушувати складське господарство (як заготівок, так і готової продукції), реконструкцію слід починати з одного або іншого крайнього стану. І ще один момент. У міру переведення станів на безперервноліту заготівку виникне можливість зупинки одного з блюмінгів. І це теж слід враховувати на початку реконструкції вже першого стану.

Оскільки дротовий стан 250-3 чотиринитковий і зберігати його чотиринитковим недоцільно, то перетворення його в двонитковий або навіть одонитковий вимагатиме фактично побудови нового стану і великих капітальних витрат. Тому доцільно першим із станів реконструювати дрібносортний стан 250-2.

Стан 250-2 має одну нагрівальну піч, семиклітьову чорнову групу, в якій прокатка виконується в дві нитки, і дві чистові групи клітей, в яких чергуються кліті з вертикальними і горизонтальними валками.

Враховуючи виконаний та поданий вище аналіз, напрошується висновок, що базовим елементом реконструкції має стати МІО. Це навряд чи дозволить виключити всі кліті чорнової групи, та й технологічно більш звично зберегти дві кліті. Ймовірно, після МІО знадобиться встановлення ножиць для обрізання нерівних кінців. Заготівка при завданні МІО повинна мати круглий поперечний переріз, тому МБЛЗ і повинна відливати таку заготовку. Її діаметр для вуглецевих сталей має бути в діапазоні 140-160 мм.

Застосування горизонтальних МБЛЗ є недоцільним з причин, зазначених вище. Тому доцільним є застосування радіальної МБЛЗ. Проектна продуктивність стану 250-2 складає 640 тис. т/рік, отже, продуктивність МБЛЗ має становити приблизно 650-670 тис. т/рік. Число струмків МБЛЗ залежатиме головним чином від швидкості розливання. Оскільки заготівки певної довжини надходять безпосередньо в нагрівальну піч з пічного рольгангу по черзі, то кількість струмків в організації посада ролі не відіграє.

Фактично дрібносортний стан 250-2 має стати полігоном для відпрацювання технології як відливання заготовок круглої форми (такий досвід уже було набуто на Міні-металургійному заводі ІСТІЛ-Україна), так і прокатки

круглої заготовки у МІО (такого досвіду в Україні немає). Хоча у трубному виробництві стани гвинтової прокатки в Україні успішно експлуатуються. [50].

При успішному освоєнні МІО ЛПА на базі виливки в МБЛЗ круглої заготовки та стануть основою для реконструкції решти дрібносортих станів (із істотною реконструкцією всієї технологічної лінії).

Дрібносорти стани 250-4 і 250-5 були ідентичні (до реконструкції стану 250-4). Дрібносорти стан 250-5 характеризується наявністю двох косо розташованих печей, з яких заготовки подають у кожену нитку двониткової чорнової групи клітей. Особливістю стану і те, що на ньому планували освоїти процес нескінченної прокатки. Таких станів фірмою СКЕТ було збудовано 5. На всіх цих станах передбачені ділянки для встановлення стикозварювальних машин.

Цьому передували перші у світі дослідження, проведені на середньосортному стані 350-2 Макіївського металургійного заводу. Вони дозволили оцінити можливість нескінченної прокатки та працездатність обладнання, зокрема стикосварювальних машин, розроблених та виготовлених у ВНІМЕТМАШі, а також виявити недоліки як обладнання, так і технології зварювання та прокатки, виявлені співробітниками Інституту чорної металургії..

З урахуванням досвіду цих досліджень і були виконані проекти вказаних вище п'яти станів, але оскільки остаточного рішення щодо конструкції стикосварювальної машини ще не було, постачання аналогічного обладнання та технології зварювання та прокатки повинна була відбутися після отримання позитивних результатів на стані 250-1. На інших станах на місці майбутнього обладнання ділянки зварювання були тимчасово поставлені довгі швидкісні рольганги, які збереглися до теперішнього часу [51].

Виконані на стані 250-1 дослідження підтвердили ефективність процесу нескінченної прокатки, але виявили і ряд серйозних недоліків: велика металомісткість обладнання, необхідність створення петлі для безперебійного забезпечення металом стану на час зварювання заготовок, значне падіння температури металу на ділянці зварювання, що вимагає індукційного підігріву. Причому зварювання виконували заготовок поперечного перерізу 80×80 мм. Тенденція

збільшення поперечного перерізу заготовок до 100×100; 125×125; 150×150 мм зробили нескінченне прокручування нераціональним і всі роботи були припинені.

На таких станах теоретично можлива нескінченна прокатка, аналогічна до тієї, що застосована на ЛПА Luna (див. рис. 2.1). Однак у цьому випадку треба буде застосовувати тільки двострумкову МБЛЗ, довгу прохідну піч і вирішувати задачу прийому станом заготовок збільшеного поперечного перерізу. При цьому зберігається дві проблеми, що важко вирішити: тимчасове суміщення продуктивностей МБЛЗ і прокатного стану і встановлення як мінімум чотирьох клітей в кожній лінії стану, так як МІО з гвинтовою прокаткою використовувати буде важко.

Тому і для дрібносортих станів другого покоління найбільш прийнятною схемою буде: шестиструмкова МБЛЗ для відливання круглих заготовок діаметром 140-160 мм, одна методична піч з крокуючими балками і МІО в чорновій групі клітей, ймовірно, зі збереженням ще двох традиційних клітей. Тобто той самий варіант, що запропоновано для реконструкції дрібносортих стану 250-2.

Це ключові положення реконструкції, що стосуються головної частини прокатних станів. Безумовно будуть необхідні менш глобальні реконструктивні заходи по технологічній лінії кожного з реконструйованих станів, пов'язані як зі збільшенням маси заготівки аж до 2 т, так і з підвищенням вимогою до якості продукції, можливим розширенням сортаменту (наприклад, освоєння виробництва металокорду). Безумовно буде потрібно розробка або коригування калібрування валків, схем і режимів прокатки, застосування систем автоматики, ЕОМ, засобів контролю якості продукції.

2.3. Шляхи післявоєнного відновлення металургійної галузі України

В Україні виробництво металопрокату, в основному, було зосереджено на спеціалізованих інтегрованих металургійних заводах і комбінатах, які територіально розташовані у великих індустріально-розвинених регіонах країни –

Донецькій, Луганській, Запорізькій областях [52]. На жаль, частина підприємств (починаючи з 2014 року) зруйнована або перебуває на тимчасово окупованій території..

У сформованих умовах металургам важливо бути готовими до реалізації стратегії якнайшвидшого відновлення інфраструктури країни за рахунок оперативного нарощування виробництва та забезпечення високого попиту на металопродукцію в цілому, на сортові профілі та листову металопродукцію зокрема. Це зумовлено необхідністю відновлення зруйнованих підприємств, а також початком масового житлового будівництва. Для задоволення майбутніх потреб економіки необхідно забезпечити оперативність, маневреність та варіативність технології металургійного виробництва залежно від потреб замовників.

В Україні з металургійних підприємств, що будувалися ще в минулому столітті, тільки комбінат «Запоріжсталь» планувався на виробництво листової та сортової продукції, але обидва вони стали вузькоспеціалізованими на виробництво листової («Запоріжсталь») та сортової («Дніпроспецсталь») продукції. Комбінат «Азовсталь» був спеціалізований на виробництво рейок та великого сорту, а «Криворіжсталь» – на виробництво дрібного сорту та катанки. При першому відновленні комбінату «Азовсталь» після війни передбачалося розмістити на ньому дрібносортний та дрововий стани, але на вимогу директор комбінату був побудований товстолистовий стан 3600, який на момент пуску і ще досить довгий час за сортаментом, набором обладнання та параметрами технологічного процесу залишався би у ряді найкращих у світі прокатних станів цього типу. А дрібносортний та дрововий стан збудували на «Криворіжсталі» [37]. Таким чином, комбінату «Криворіжсталь» було визначено нішу сортаменту – дрібний сорт, катанку та профілі для армування залізобетонних конструкцій. В умовах ринкової економіки, а тим більше, коли в Україні триває війна, такий вузький сортамент прокатної продукції є серйозним недоліком комбінату..

Паралельно з розвитком досконалішого киснево-конвертерного виробництва сталі в цей же період були введені в експлуатацію на Маріупольському металургійному комбінаті ім. Ілліча та «Криворіжсталі» великі мартенівські

печі ємністю 650 і 900 т. Це було найбільшою стратегічною помилкою, т.к. в цей час почав інтенсивно розвиватися процес безперервного розливання сталі, що ідеально узгоджується за тимчасовим циклом роботи з кисневими конвертерами. Мартенівські печі (з нечітко регламентованим часом плавки) не дозволяли реалізувати найбільш ефективну технологію розливання сталі в МБЛЗ «плавка на плавку» [1].

Металургійна галузь особливо сильно постраждала від війни. По-перше, в Маріуполі Україна тимчасово втратила два своїх найбільших металургійних комбінати – «Азовсталь» і ММК імені Ілліча. Найімовірніше, дані підприємства настільки пошкоджені внаслідок бойових дій, що не підлягають в найближчий час відновленню. Разом вони забезпечували до 40 відсотків потужностей країни з виробництва готової металопродукції. [53]

При цьому за ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» зберігається домінуюче становище в чорній металургії України, але після виконаної реконструкції комбінат буде готовий до будь-якого можливого варіанта протікання подій.

Розробка можливих варіантів реконструкції та шляхів подальшого розвитку прокатного переділу ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» для підвищення конкурентоспроможності підприємства є першочерговим завданням. Для вирішення необхідна реалізація великих заходів:

- освоєння виплавки чавуну із застосуванням сучасних коксозамінних технологій на всіх доменних печах при інтенсифікації їх роботи;

- пошук можливостей для використання металургійної сировини, що дозволяє економити природні та енергетичні ресурси, скорочувати викиди в атмосферу (скорочення потреби у будівництві нових доменних печей та коксових батарей, а також суттєве зниження «вуглецевого сліду» при виробництві сталі та металопрокату). Серед таких сировинних ресурсів варто виділити брухт чорних металів та гарячебрикетоване залізо або залізо прямого відновлення;

- створення ЛПА на базі всіх діючих дрібносортих і дровових станів з урахуванням максимального наближення МБЛЗ та агрегатів позапечної обробки сталі до прокатних станів;

- розробка та коригування калібрувань валків, схем та режимів прокатки, застосування сучасних систем автоматики, ЕОМ, засобів контролю якості продукції.

Схему розташування діючих та закритих цехів представлено на рис. 2.7.

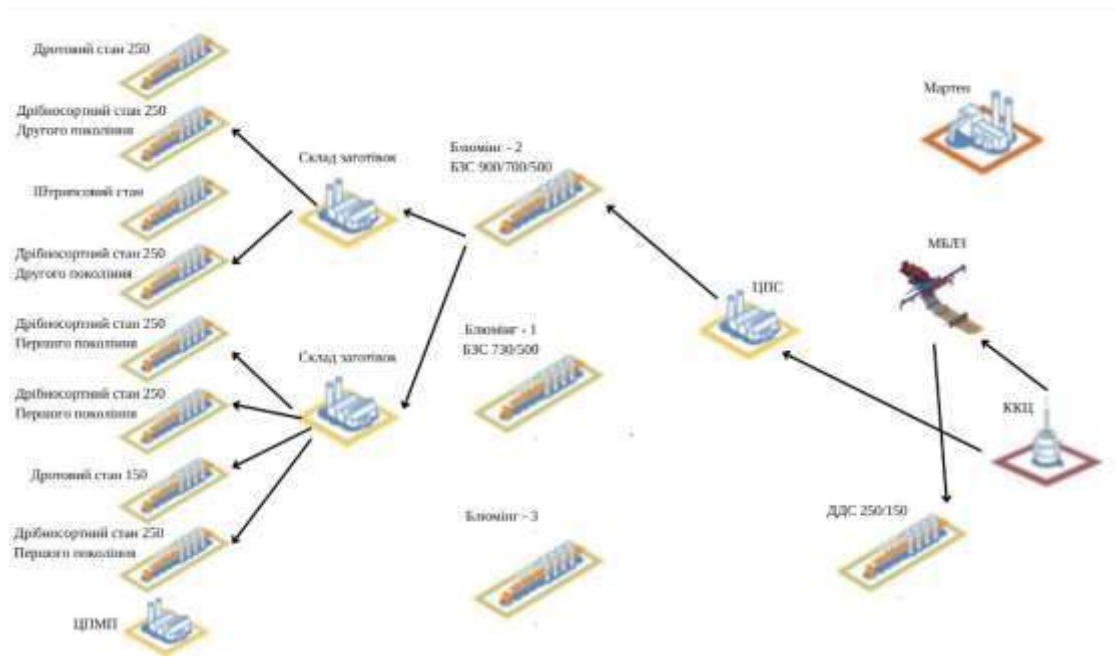


Рис. 2.7. Схема розташування діючих та закритих цехів ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

Примітка. Джерело: розроблено автором

Для подальшого розвитку комбінату у бік розширення сортаменту прокатної продукції буде необхідним другий етап реконструкції.

У статті [1, 54] зазначено, що основним недоліком доменного виробництва ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» є відсутність використання пиловугільного палива (ПВП). Технологія застосування ПВП при виплавці чавуну в доменних печах знайшла широке застосування у світі і нарешті почала застосовуватися на ряді металургійних підприємств в Україні..

В той же час, величина капітальних вкладень на впровадження технології ПВП в літературних джерелах оцінюється різними значеннями. Орієнтовна вартість комплексу обладнання для п'яти доменних печей комбінату ім. Ілліча, за попередніми розрахунками, дорівнює 50-60 млн. \$. Для придбання обладнання

ПВП необхідно витратити 30-40 млн. євро на виробництво 1,5-2,5 млн. тонн чавуну при витраті ПВП не більше 200 кг/т чавуну [55]. Створення установок для вдування ПВП потребує капітальних витрат близько 25 \$/т чавуну, а термін окупності установки – близько 2-3 років [56]. Капітальні вкладення на технологію ПВП, при його витраті 200 кг/т з використанням поставок обладнання іноземними фірмами, визначили в розмірі 32,2 \$ на 1 т чавуну при терміні окупності 1,6 року. В ТЕО на впровадження технології ПВП на доменній печі об'ємом 5000 м³ ПАТ “АрселорМіттал Кривий Ріг” з витратою ПВП 200 кг/т чавуну капітальні витрати були визначені в розмірі 99,962 млн. \$ (в цінах 2008 року і без ПДВ) при терміні окупності 2,19 років.

Встановлено також, що у зв'язку з високими капіталовкладеннями на впровадження технології ПВП, вона стає економічно ефективною при мінімальній витраті пиловугільного палива від 120 кг/т до 150 кг/т, а за оцінкою генерального директора УНПА “Укркокс”, професора А.Г. Старовойта: “... найбільш економічно вигідне сьогодні співвідношення в технології ПВП – це 200 кг пиловугільного палива і 350 кг коксу на тону чавуну” [57].

Крім економічних ризиків впровадження технології ПВП, пов'язаних із зростаючою вартістю капітальних вкладень на її реалізацію, є ще велика кількість технологічних ризиків, із-за яких не вдається вдути в доменні печі ПВП більше 150 кг/т чавуну. Для усунення проблем і технологічних ризиків впровадження технології ПВП професором Ярошевським С. Л. [58] розроблена методика повної і комплексної компенсації негативного впливу на доменну плавку виведення з шихти великої кількості коксу і подачі в горн вугільного пилу.

Однією з проблем реалізації нових технологій є черговість капітальних вкладень: куди спочатку вкладати інвестиції – в комплекси ПВП або в сучасні аглофабрики і коксові батареї, враховуючи, що вартість сучасної аглофабрики 130-170 млн. \$, а капітальні витрати на сучасну коксову батарею в три рази більше ніж на комплекс вдування ПВП.

Аналіз досвіду роботи доменної печі №9 ПАТ “АМКР” на протязі 2016-2019 років [59] також показав, що впровадження і ефективна реалізація

технології доменної плавки при вдуванні ПВП потребує подальших теоретичних досліджень з метою оптимізації технологічних параметрів плавки.

При цьому технологія завантаження кускового антрациту через колошник, на відміну від технології вдування ПВП, забезпечує зниження витрати коксу і собівартості чавуну без додаткових капітальних вкладень. Крім того, замість сирого антрациту можливе використання продукту з поліпшеними характеристиками міцності – термоантрациту, витрату якого можна довести до 100-140 кг/т чавуну при коефіцієнті заміни коксу кусковим термоантрацитом 1,0-1,2 кг/кг з отриманням додаткової економії коксу [60].

У сталеплавильному виробництві ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» основними недоліками є наявність злиткового переділу та значна відстань між МБЛЗ та прокатними станами. Тому головним завданням для підприємства є перехід на повне розливання сталі на МБЛЗ для прокатного переділу. Це не виключає виконання менших за масштабом реконструктивних заходів в агломераційних, доменних та сталеплавильних цехах комбінату, спрямованих на економію ресурсів, підвищення якості продукції та розширення її сортаменту..

Вирішення технологічних проблем із киснево-конвертерною плавкою [61, 62], впровадження нових методів контролю і управління процесами в сталеплавильних цехах [63], орієнтацію підприємств на нагальні потреби економіки [64, 65] та пошук нових логістичних ланок [66]

Перехід на безперервне розливання сталі спричинить появу двох серйозних завдань. Перше з них - отримання безперервним розливом заготовок малих перерізів (з точки зору продуктивності МБЛЗ), особливо в умовах появи сталеплавильних агрегатів великої одиничної потужності (наприклад, конвертерів ємністю до 450 т). Друге - забезпечення необхідного опрацювання литої структури безперервнолитого металу [9]. Як показано в роботі [11], для вирішення цієї проблеми необхідно мати заготовку поперечного перерізу від 150×150 до 280×280 мм і більше. Проблему розливання сталі з розливних ковшів великої ємності вирішували збільшенням числа струмків у МБЛЗ спочатку до шести, а потім до семи та восьми [12]. Друге завдання, як показала практика, здебільшого

вирішується при використанні заготовок поперечного перерізу 150×150 мм. В роботі [11] чітко показано, що з переходу на заготівки поперечного перерізу 150×150 мм (замість 80×80 мм) необхідно додатково встановити чотири кліті безпосередньо перед чорною групою. Оскільки при цьому збережеться швидкість прокатки в іншій частині стану, а отже і кінцева швидкість, то установка чотирьох клітей призведе до зниження початкової швидкості прокатки в першій чорновій групі, а в кінцевому підсумку і до істотного перепаду температури по довжині заготівки і наступних розкатів це підтверджують [14, 15].

При реконструкції діючих і будівництві нових станів необхідно, щоб прокатні стани були елементом ливарно-прокатного агрегату, що забезпечить високу якість продукції та мінімальні енергетичні, матеріальні та трудові витрати на її виробництво. Також потрібно коригування та розробка нових калібрувань валків, схем і режимів прокатки, застосування сучасних систем автоматики, засобів контролю якості продукції.

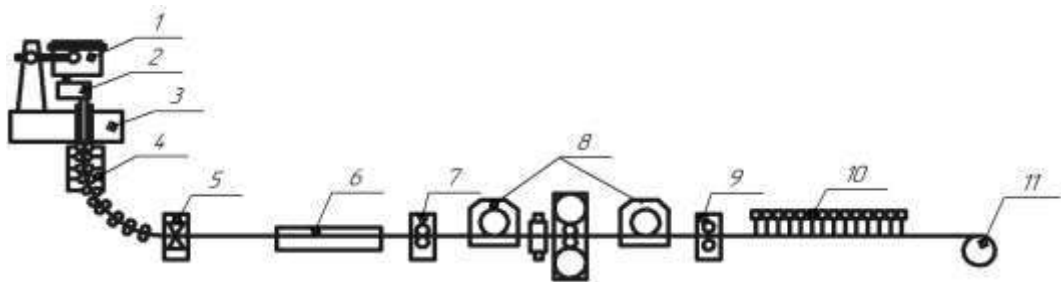
Нині у центральній частині України є лише одне велике підприємство, що виробляє листову продукцію, – ПАТ «Запоріжсталь». Його найголовнішими недоліками є виплавка всіх об'ємів сталі в мартенівських печах і розливання їх у виливниці. При можливій зупинці ПАТ «Запоріжсталь» створення листового ЛПА забезпечить можливість розвитку листового виробництва (аж до виробництва холоднокатаного листа і тонкої стрічки) зі збільшенням обсягів виробництва прокатної продукції (сортових профілів і катанки). Тому напрошується пропозиція щодо організації виробництва листової продукції на ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» [54].

Як комплекс для виробництва листового прокату пропонується ливарно-прокатний агрегат із станом Стеккеля. Чистова кліть кварто повинна бути з встановленими перед нею двома і після неї однією сучасними пічними моталками (стан Стеккеля). Заплановані на першому етапі розміри смуг, що прокатуються: товщина 1,5-6,0 ширина 1500-2200 мм. Річне виробництво комплексу – 1-1,5 млн т. У разі прогнозування збільшення потреби у листовій продукції в Україні можлива установка у листовому ЛПА другої чистової кліті. У цьому випадку його

річне виробництво може бути збільшено до 2,2-2,5 млн т і розпочато виробництво холоднокатаного листа та тонких стрічок [37].

Виробляти товстий лист на станах Стеккеля почали вже в середині 90-х років минулого століття. Цей напрямок продовжує розвиватися і на станах Стеккеля третього покоління.

Схема ЛПМ показана на рис. 2.8 МБЛЗ може одно- або двострумкова, розміри слябів, що відливаються. $H_{сл} = 100-125$ мм; $B_{сл} = 500-2500$ мм. Кристалізатор з паралельними стінками, що допускає зміну ширини слябу при розливанні. Швидкість розливання 1-2 м/хв [45]. Можливе застосування «м'якого» обтиснення злитка з рідкою серцевиною («м'яке» обтискання виробляють роликками, встановленими після кристалізатора). Основний вид посада – гарячий (85-90%), решта – холодний.



1 - розливний ківш; 2 – проміжний ківш; 3 – кристалізатор; 4 – зона вторинного охолодження; 5 - маятникові ножиці; 6 – методична піч; 7 - гідрозбив окалини; 8 - стан Стеккеля з вертикальною кліттю; 9 - летючі ножиці; 10 – пристрій прискореного охолодження смуги; 11 – моталка.

Рис. 2.8. Схема середньослябового ЛПМ фірми «Тіпінс-Самсунг»

Примітка. Джерело: [45]

Стан Стеккеля одноклітьовий (у цій кліті виконують і чернові, і чистові проходи), на пічних моталках можна змотувати смугу завтовшки 20-25 мм. При прокатуванні товстих листів можливе їх одержання з катаними кромками [45]. Електродвигуни головного приводу кліті з горизонтальними валками

спеціальної конструкції. Після прокатки є ламінарне охолодження та смотка смуг у моталках.

Однострумковий ЛПМ, залежно від сортаменту прокатуваних смуг, має річне виробництво 400-1200 тис. т, при двострумковому ЛПМ можливе річне виробництво до 2 млн. т. Марочний сортамент: вуглецеві, конструкційні для глибокої витяжки, низьколеговані та корозійностійкі марки сталі. Розмірний сортамент ЛПМ: товщина смуг 15-20 мм, ширина 900-2500 мм. Максимальна маса ролону 40 т [45].

Також можливий інший варіант ЛПМ. Відлиття слябів товщиною 125 мм. Працює стан у складі двох клітей, із річним виробництвом 1 млн. т, мінімальна товщина смуги 1 мм (рис. 2.9 а) [45].

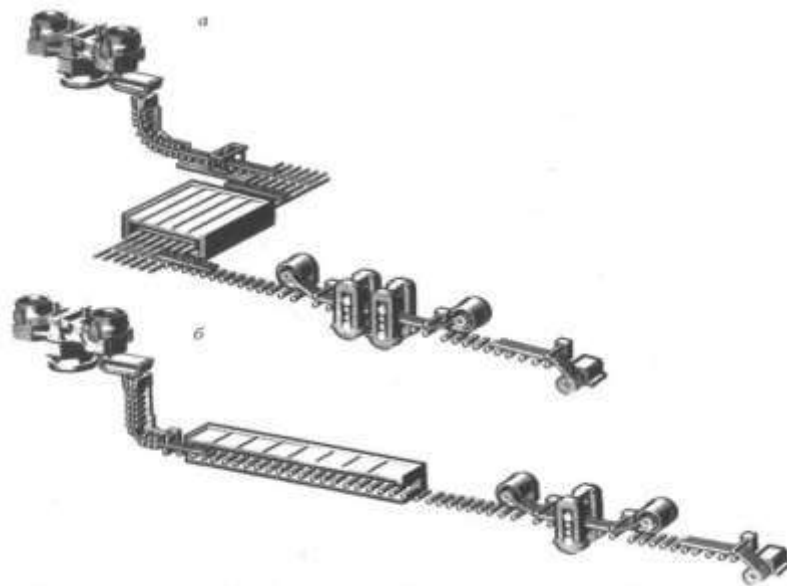


Рис. 2.9 . Схема розташування основного обладнання ЛПМ для реалізації процесу TSP (а) і CSP (б) Схеми дані по проспекту фірм «SMS-Demag» і «Tippins»

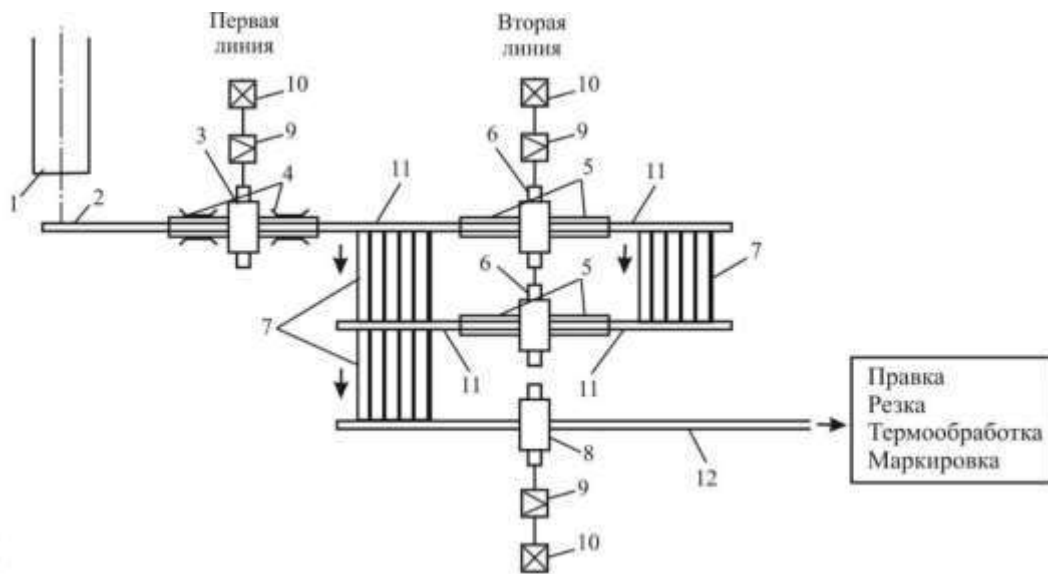
Примітка. Джерело: [45]

Фірмою «SMS-Demag» розроблений тонкослябовий ЛПМ із застосуванням стану Стеккеля (рис. 2.9 б). У ЛПМ застосовані звичайні елементи тонкослябових ЛПМ, лише безперервна група клітей замінена станом Стеккеля. Товщина слябів 50-70 мм, температура в прохідній роликівій печі 1100°C [45].

Задовольнити внутрішню потребу України щодо сортового прокату можливо при проведенні реконструкції блоку існуючих прокатних станів. Передбачається на місці закритих цехів організувати виробництво нових профілів та тим самим суттєво розширити сортамент прокатної продукції комбінату.

Азовсталь був єдиним в Україні виробником магістральних залізничних колій та єдиним постачальником цієї продукції для Укрзалізниці. З 1952 року і до сьогодні всі українські залізниці прокладалися із застосуванням рейок та рейкових скріплень виробництва Азовсталі.

На території цеху блюмінг 1 встановити рельсобалочний стан. Сміття рельсобалкового стану: рейки, балки двотаврові, швелери, кругла і квадратна заготівля. Заготівля: блюми довжиною 3,4-4,5 м, масою до 5,9 т або безперервнолита заготівля [67]. Схема розташування обладнання на рис. 2.10.



1 – нагрівальна піч; 2 – рольганг; 3 – реверсивна кліть 900 дуо (аналог кліті блюміга); 4 – маніпулятори, кантувачі; 5 – підйомно – гойдаючі столи; 6 – чернові кліті 800 тріо; 7 – шлепери; 8 – чистова кліть 800 дуо (при прокатуванні балок встановлюють універсальну кліть); 9 – шестеренні кліті; 10 - електродвигуни головного приводу; робочі рольганги; 12 - відвідний рольганг.

Рис. 2.10. Рельсобалочний стан 900/800

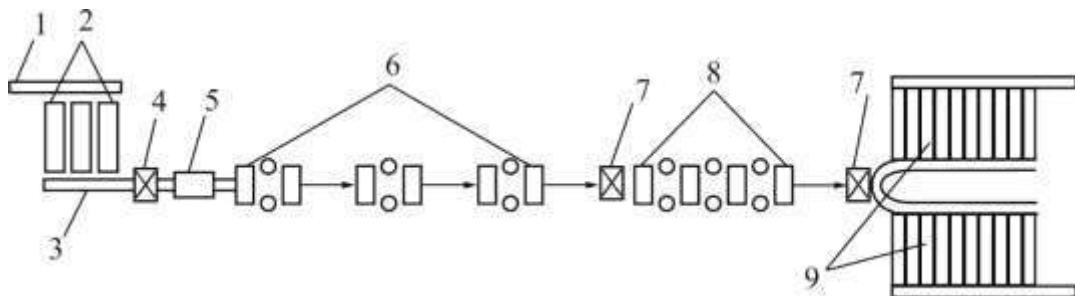
Примітка. Джерело: [67].

Технологія: нагрівання заготовки - прокатка - порізка на дискових пилах - клеймування - уповільнене охолодження - поштучна правка - ультразвуковий і вихровий контроль для виявлення внутрішніх і поверхневих дефектів - остаточне виправлення на пресах. Загартовують кінці рейок та їх головку. Знову виправлення в РПМ та доправка в пресах.

На місці дротового стану 250 та штрипсового стану (зупинені) необхідно організувати виробництво середньосортних профілів. Зазвичай це стани 300-350. Сучасний середньосортний стан 450 [67].

Середньосортний стан 450 для випуску круглих профілів $\varnothing 32-60$ мм, квадратних 30×30 до 53×53 мм, смугової сталі завтовшки 9-22 мм, шириною 125-200 мм, кутової сталі 75×75 до 125×125 мм, двутаврових балок и швеллерів висотою 100-180 мм та полегшених балок та швелерів заввишки 160-300 мм з заготовок перетином 150×150 ; 200×200 ; 200×250 мм довжиною 4-12 м [24].

Схему розташування обладнання стану 450 показано на рис. 2.11.



1 – завантажувальний рольганг; нагрівальні методичні печі; 3 – прийомний рольганг; 4 – ножиці для розкрою заготовок; 5 – МВЗ; 6 – чорнова група клітей; 7 – летючі ножиці; 8 – чистова група клітей; 9 – двосторонній холодильник

Рис. 2.11. Схема розташування обладнання стану 450

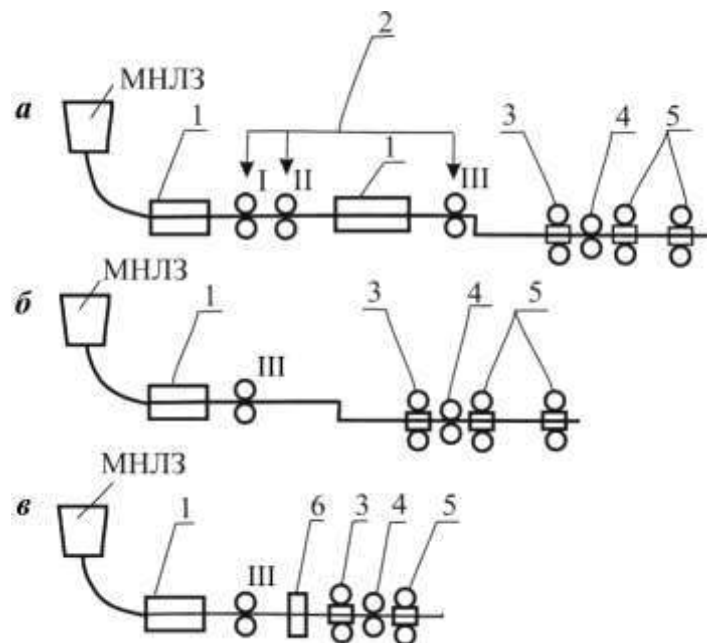
Примітка. Джерело: [67].

Чорнова група клітей складається з трьох підгруп по три кліті в кожній (дві з горизонтальним розташуванням валків, між ними кліть з вертикальним розташуванням валків). Чистова група клітей складається з клітей, що чергуються одна за одною, з горизонтальними і вертикальними валками.

Число працюючих клітей у кожній групі визначається схемою прокатки, профілем і кінцевим розміром прокату. Прокатку в чистовій групі клітей ведуть з регульованим натягом або підпором (петлею).

Після чистової групи клітей прокат потрапляє на ліву чи праву сторони холодильника. Після холодильника прокат правлять на правильних машинах. Прутки збирають у пакети та пакують. Двотаври, швелери та кутові профілі ріжуть фасонними ножами і теж правлять.

На рис.2.12 показані варіанти виробництва широкополочних балок на ЛПА. У всіх випадках після МБЛЗ виконують нагрівання безперервнолитих заготовок з гарячого або холодного посаду. [67].



а – традиційне безперервне лиття блюмів; б – безперервне лиття чорнових профілів типу «собача кістка»; в – лиття балок з розмірами, близькими до готових; 1 – піч; 2 – чернові обтискні кліті; 3 – універсальна чорнова кліть; 4 – дво-валкова кліть із горизонтальними валками; 5 - універсальні чистові кліті; 6 – вертикальна обтискна кліть (еджер)

Рис.2.12. Схеми технологічних ліній для виробництва широкополочних балок

Примітка. Джерело: [67].

При традиційній технології в одній-двох чорнових клітках (клітці I, II) заготовки обтискають, повторно нагрівають і отримують в клітці III чорною профіль. Далі розташований універсальний балковий стан.

При використанні безперервнолітої фігурної заготовки, яка може мати ширину до 1000 мм і товщину 100-125 мм, виключаються 1 або 2 клітки (I та II) і залишається одна чорнова клітка (рис. 2.12, б). Повторного нагрівання у схемі немає. Схема рис. 2.12, в характерна тим, що універсальна чистова клітка одна (а не дві, як у схемі 2.12, а), але є еджер. Другою відмінною рисою є те, що з МБЛЗ виходить профіль з малою товщиною стінки, що сприяє швидкому твердінню металу при розливанні і досягаються хороша структура і механічні властивості металу.

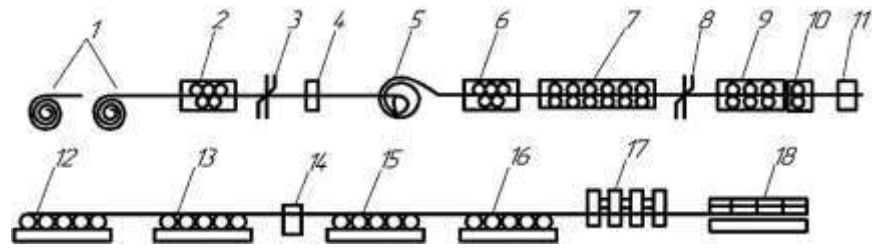
На жаль, в Україні ЛПМ поки не працюють. Причому поки що їх немає і в проектах реконструкції українських підприємств.

Також необхідно передбачити будівництво цеху гнутих профілів і цеху виробництва куль а, можливо, і інших видів продукції.

Заготівлі для профілювання - це смуги або стрічки для агрегатів безперервної дії, або стрічки - для агрегатів поштучного профілювання. Використовують сталь у більшості випадків 08кп, 08пс, 08Ю, 10кп, 10пс, 09Г2. Смуги та листи частіше гарячекатані, але застосовують і холоднокатані. Схема розташування обладнання сортового агрегату загального призначення показана на рис. 2.13.

Розмотувач барабанного типу, є відгинач кінця рулону. У правильній машині правлять смугу, потім обрізають кінці на ножицях поперечного різання і зварюють смуги в стикозварювальній машині з гратознімачем. Петлеутворювач (накопичувач) служить для створення запасу смуги, необхідного для забезпечення безперервного процесу згинання при залишках смуги в головній частині.

Далі знову виправлення лінії та її формування в робочих клітках стану. Летучі ножиці служать для порізки в потоці на мірні довжини профілів відкритого типу. Для доформування профілів з вертикальними полицями після порізки на летючих ножицях встановлені три формувальні клітки та одна правильно-калібрована клітка.



1 - розмотувачі; 2 – правильна машина; 3 – ножиці; 4 - стикозварювальна машина; 5 – накопичувач смуги; 6 – правильна машина; 7 - кліті стану гнутих профілів; 8 - летючі ножиці; 9 - формувальні кліті; 10 - правильно-калібрована кліть; 11 - летюча пилка; 12 - відвідний рольганг; 13 - інспекційний стіл-рольганг; 14 - машина, що промаслює; 15 - рольганг скребкового штовхача; 16 - укладач профілів; 17 - ділянка обв'язування пакетів; 18 - ділянка зважування пакетів.

Рис. 2.13. Схема розташування основного обладнання профілегибочного агрегату безперервної дії

Примітка. Джерело: [67].

На летючій пилці ріжуть закриті профілі та складні відкриті профілі. Промаслююча машина має форсунки для подачі олії, розпилення його проводиться стислим повітрям, може бути встановлена і перед згинальним станом.

Формувальні стани зазвичай складаються з двох груп клітей. Усього клітей може бути від 10 до 30. Робочі кліті монтують на спільній плитовині. Привід стану груповий від двох електродвигунів постійного струму через циліндричний редуктор.

Робочі кліті зі станинами відкритого та закритого типу. На металургійних підприємствах зазвичай застосовують двовалкові кліті відкритого типу. На верхній кришці, що знімається, встановлені по два натискні гвинти з гайками, що регулюють положення верхнього валка відносно нижнього. Робочі валки змонтовані у подушках на підшипниках кочення. Робочі валки профілегибочних станів зазвичай збірні і складаються з осей циліндричної форми, на які одягають профільні елементи - шайби. Це забезпечує швидку заміну зношених частин.

При формуванні простих профілів часто застосовують універсальні кліті, а при формуванні складних - завжди. Правильно-калібрувальні кліті призначені

для усунення скручування профілів навколо поздовжньої осі. Кліть складається із зварної станини, що встановлюється на загальній з робочими клітьями плитовині. Вертикальні валки мають можливість переміщатися у горизонтальній площині, а горизонтальні - у вертикальній.

Для обрізки кінців вихідного рулону і вирізки дефектних ділянок встановлюють ножиці з нижнім різом. Для порізки готових профілів з відкритою формою поперечного перерізу в агрегатах встановлюють летючі ножиці барабанного або кривошипного типів. Для різання готових профілів складної форми поперечного перерізу застосовують летючі пилки. Обов'язкова умова при порізці - синхронні рухи пили та профілю, що розрізається.

Класичне розміщення МБЛЗ на значній відстані від прокатного стану прирікає прокатні стани на застосування холодного посаду, що є технологією минулого ХХ століття. У роботах [54, 9] представлені варіанти організації ЛПА по кожному дрібносортному та дотовому стану. Починати реконструкції необхідно з щодо сучасних станів (ДДС 250/150-6 и ДС 250-1). На першому з цих станів ЛПА створюється шляхом будівництва нової МБЛЗ, розташованої безпосередньої близькості до прокатного стану, а на другому - поки що використовувати МБЛЗ, що діє, що не дозволяє створити ЛПА, але не вимагає практично жодних витрат. Найбільш спірним моментом є використання в ЛПА для дрібносортних станів 250 першого покоління машини інтенсивного обтиснення (МІО). Розпочинати реконструкцію необхідно з заміни методичної печі з двома зонами опалювання, монолітним похилим подом, бічною посадкою і видачею заготовок, яка призначена для нагріву заготовок перерізом 80×80 мм, продуктивністю 110т/годину на нагрівальну піч з крокуючим подом, що призначена для нагріву заготовок перерізом 150×150 мм (Ø 150 мм), продуктивністю 220т/годину [54, 9, 67].

Реконструкція чорнової групи клітей і удосконалення існуючих систем калібрування - шляхом часкової або повної заміни горизонтальних чорнових робочих клітей на МІО. Щоб цей варіант був прийнятий за базовий необхідно детально вивчити досвід роботи МІО на діючому підприємстві, а в Україні потрібно

провести попередні дослідницькі роботи з цього агрегату в умовах максимально наближених до реальності.

В ЛПА для дрібносортних станів 250 другого покоління можна провести реконструкцію по двох напрямках. В обох варіантах розпочинати необхідно з ділянки нагріву заготовок. Заміна двох методичних рекуперативних печей з двома зонами опалювання, монолітним похилим подом, бічною посадкою і видачею заготовок, які призначені для нагріву заготовок перерізом 80×80 мм, продуктивністю 110т/годину (кожна) на одну нагрівальну піч з крокуючим подом, що призначена для нагріву заготовок перерізом 150×150 мм (Ø 150 мм), продуктивністю 220т/годину.

Реконструкція чорнової групи клітей і удосконалення існуючих систем калібрування по одному варіанту - шляхом встановлення додаткового обтискного блоку з чотирьох клітей (з діаметрами валків 600÷620 мм), або по іншому варіанту – шляхом часкової або повної заміни горизонтальних чорнових робочих клітей на МІО.

Схема розташування цехів після реконструкції та реалізації великих заходів представлена на рис. 2.14.

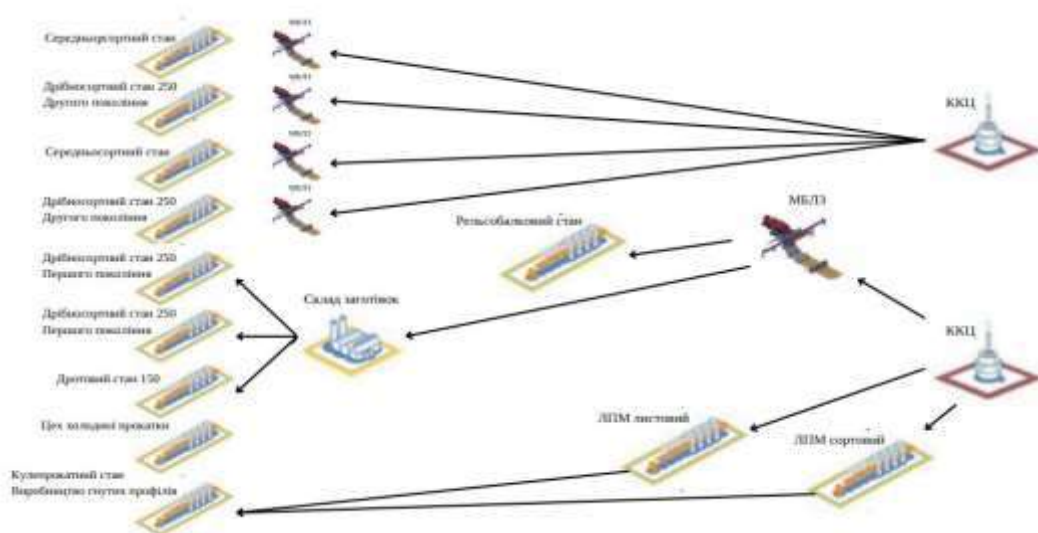


Рис. 2.14. Схема розташування цехів після реконструкції та реалізації великих заходів

Примітка. Джерело: розроблено автором.

Висновки до розділу

Пропонувати конкретні параметри технології виробництва гарячекатаних смуг та обладнання, що її забезпечує, слід виконати на стадії передпроектного опрацювання після попереднього розгляду та прийняття рішення про доцільність реалізації описаної пропозиції для умов ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»».

У разі прийняття такого рішення для розробки базових рішень з технології виробництва гарячекатаних смуг та визначення параметрів основного обладнання можуть бути залучені працівники НВО «Донікс», які тривалий час співпрацюють з ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» з широкого кола науково-дослідних та впроваджувальних робіт по всьому технологічному ланцюжку комбінату як у частині технології, так і автоматизації операцій та процесів

Запропоновано ключові положення реконструкції, що стосуються головної частини прокатних станів. Безумовно будуть необхідні менш глобальні реконструктивні заходи по технологічній лінії кожного з реконструйованих станів, пов'язані як зі збільшенням маси заготовки аж до 2 т, так і з підвищенням вимогою до якості продукції, можливим розширенням сортаменту (наприклад, освоєння виробництва металокорду). Безумовно буде потрібно розробка або коригування калібрування валків, схем і режимів прокатки, застосування систем автоматичної, ЕОМ, засобів контролю якості продукції

Запропонована реконструкція дозволить забезпечити отримання високоякісної прокатної продукції та зниження її собівартості, а також задовольнити внутрішню потребу України в частині сортового прокату, катанки, профілів для залізобетонних конструкцій та частково у листовому прокаті. Це зумовить необхідність розвитку доменного та сталеплавильного виробництв. Але це вже буде другий етап реконструкції.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів на ДСС 250

Технологічні операції дрібносортового стану 250 складаються з підготовки заготовок до прокатки, нагрівання заготовки перед прокаткою, прокатки і обробки готового прокату.

Основними небезпечними і шкідливими чинниками на стані, є рухомі частини, що обертаються, механізмів, теплове і іонізуюче випромінювання, шум, інфразвук, ультразвук, вібрація, запиленість і загазованість повітря [68].

У прокатних цехах встановлено основне і допоміжне механічне устаткування, рухомі частини і вузли якого представляють певну небезпеку, тому що непередбачений контакт з ними може викликати травми.

Джерела теплових випромінювань в прокатних цехах – оброблюваний метал, нагрівальні пристрої, прокатні стани, допоміжне устаткування, печі для термічної обробки металу і т.д. Велика кількість тепла виділяється при складуванні вихідних матеріалів, напівфабрикатів, готової продукції, охолоджуваних на холодильниках і т.д.

У прокатному виробництві використовують такі джерела іонізуючого випромінювання, як датчики приладів контролю (γ - і рентгенівське випромінювання), які належать до класу електромагнітних, а також корпускулярні γ і α – випромінювання [68].

Вплив на організм людини іонізуючого випромінювання призводить до порушення процесів обміну, пригнічення активності ферментів, уповільнення або припинення росту тканин.

Використані в прокатних цехах радіоізотопні прилади не вимагають спеціальних заходів захисту, оскільки їх конструкція забезпечує захист від потоку зовнішнього випромінювання. Потужність дози в таких приладах на відстані 1 м не перевищує 0,83 пВт/кг. Оскільки такі умови виконуються, то до

приміщень, де встановлюють радіоізотопні прилади технічного контролю, спеціальних вимог не пред'являють [68].

Джерела механічного шуму в прокатних цехах різні. Поширеними джерелами аеродинамічного шуму в чорній металургії є способи вентиляції, устаткування для забору і розподілу повітря.

Шум на виробництві є причиною швидкої стомлюваності працюючих, що призводить до зниження продуктивності праці і збільшення браку. Звуковий подразник впливає не лише на орган слуху, а і на орган зору, на функціональний стан вестибулярного аналізатора, на вищу і вегетативну нервову діяльність людини, на серцево-судинну систему.

У прокатних цехах основними джерелами інфразвуку є нагрівальні колодязі, методичні печі, системи вентиляції, газоочистки, компресори.

У прокатному виробництві ультрозвукові коливання застосовуються з технологічною і дослідницькою метою. Ультрозвукові коливання є носіями звукової енергії високої частоти і чинять на організм тепловий, механічний вплив і кавітацію [68].

При роботі основного і допоміжного устаткування виникає вібрація, яка у зв'язку із збільшенням швидкості обробки металу зростає. В результаті роботи устаткування або неточностей обробки окремих деталей виникають удари, які утворюють вібрацію. На організм людини вібрація впливає негативно: відбувається порушення центральної нервової системи, захворювання судин і суглобів, головний біль, запаморочення, оніміння кінцівок і ін.

При гарячій прокатці заготовок у прокатному цеху утворюється запорошеність повітря у зв'язку з відкалуванням окалини і її дробленням. У районі нагрівальних пристроїв виникає загазованість, обумовлена використанням газового палива і поширенням газів в біляпичному просторі.

У виробничих приміщеннях прокатних цехів передбачено створення мікроклімату, який забезпечує нормальні умови праці для роботи персоналу. За відсутності теплових надлишків і теплових випромінювань створюється нормальна працездатність.

Зміна параметрів мікроклімату – температури, вологості, швидкості руху повітря - призводить до порушення терморегуляції організму, яка обумовлює теплообмін організму людини і довкіллям. Параметри мікроклімату встановлюються для теплого і холодного періодів року при виконанні робіт з легкими, середніми та важкими тягарями. Так, оптимальна температура складає від 16 до 25°C, допустима від 13 до 25°C. Прі виконанні важкої фізичної праці максимальне значення температури приміщень допускається 26°C, а відносна вологість не більше 65 % [68].

3.2 Заходи щодо зниження шкідливостей і небезпек в умовах ДСС 250

Проведення аналізу небезпечних і шкідливих виробничих чинників в сукупності з аналізом трудового процесу дозволяє розробити надійні заходи захисту і усунення їх дії на організм людини.

Ефективним засобом боротьби із забрудненням повітря є природна вентиляція, тобто аерація. У літній період року свіже повітря поступає в проліт стану через аераційні отвори в стінах будівлі. Для захисту від дії променистої енергії встановлюються екрани, що відображають або поглинають променисте тепло. У кабінах управління електромостовими кранами, а також на постах управління встановлені кондиціонери [68].

Для зниження рівня інфразвуку аеродинамічного походження застосовуються реактивні глушники різних конструкцій.

Для захисту від дії вібрації основними засобами є: вживання безперервних процесів замість періодичних; використання віброізоляційних і вібропоглинаючих матеріалів і конструкцій; якісний монтаж устаткування; використання динамічних гасителів вібрації.

Для попередження викиду з вікон нагрівальної печі полум'я і газів передбачається герметизація кришок оглядових вікон до рам нагрівальних печей. Для захисту від випромінювання застосовують екрани з алюмінію, скла, оргскла, і інших матеріалів.

Щоб уникнути травматизму робітників шпинделями, промвалами, сполучними муфтами, що обертаються, і т.д. на стані встановлені перехідні містки [68].

На усіх ділянках стану діє звукова і світлова сигналізація, що нагадує про небезпеку.

3.3 Вибір засобів індивідуального захисту

На роботах з шкідливими і небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із забрудненням або виконуваних в несприятливих температурних умовах, працівникам видаються безкоштовно згідно зі встановленими нормами спеціальний одяг, спеціальне взуття і інші засоби індивідуального захисту, а також миючі і знезаражувальні засоби.

До засобів індивідуального захисту належать: костюми ізолюючі, засоби захисту органів дихання, одяг спеціальний захисний, засоби захисту ніг, рук, голови, очей, органів слуху, засоби захисту від падіння з висоти і інші оберігаючі засоби, засоби дерматологічні захисні, засоби захисту комплексні [68].

Видача спецодягу і інших засобів індивідуального захисту здійснюється згідно «Типових галузевих норм безкоштовної видачі робітникам і службовцям спеціального одягу, спеціального взуття і інших засобів індивідуального захисту». Контроль за вживанням типових норм безкоштовної видачі цих засобів покладений на Держнаглядохоронпраці. Порядок видачі, зберігання і вживання засобів індивідуального захисту визначається «Інструкцією про порядок забезпечення працівників і службовців спеціальним одягом, спеціальним взуттям і іншими засобами індивідуального захисту».

Такі засоби індивідуального захисту, як респіратор «Лепесток» застосовуються на робочих місцях з підвищеним вмістом пилу в повітрі, а так само при виконанні працівниками окремих видів робіт, пов'язаних з великою запиленістю повітря, видаються 1 шт. на зміну.

«Беруші» - засоби індивідуального захисту від шуму (1 пара на зміну), застосовуються щомісячно на всіх ділянках з підвищеним рівнем шуму.

3.4 Пожежна безпека

За ступенем пожежної небезпеки ДСС 250 відноситься до категорії «Г», оскільки робота на ньому пов'язана з обробкою матеріалів, що не згорають, в гарячому і розжареному стані.

Будівля стану споруджена із залізобетону і відноситься до групи матеріалів, що не згорають, і конструкцій з мірою вогнестійкості II. Змащувальні, горючі і обтиральні матеріали зберігаються в спеціальних місцях, що відповідають вимогам протипожежної безпеки [68].

Для сповіщення пожежних підрозділів про виникнення пожежі на стані передбачений телефонний зв'язок і спеціальна пожежна сигналізація. Телефонний зв'язок здійснюється по телефонах загального призначення або по спеціальних, безпосередньо пов'язаних з пожежною частиною.

Для гасіння пожеж по всій довжині стану передбачено 18 гідрантів. Тиск води в магістралі 5-батм. Біля гідрантів розташовані протипожежні щити з комплектом протипожежного інвентаря. Гідранти і щити розташовуються в пожежонебезпечних місцях стану [68].

У районі чорнової групи і чистових груп встановлені ящики з піском місткістю 0,5м³. На ділянці холодильника змонтована система розбризкуючих форсунок з тиском води в магістралі до 5атм.

Всі маслопроводи стану обладнані автоматичними системами пожежогасіння, в машзалах встановлені пожежні щити, де знаходяться вуглекислотні вогнегасники.

Дороги виробничого призначення мають бути придатні для проїзду пожежних автомобілів. Передбачено 4 пожежних виходи для евакуації працюючого персоналу [68].

Висновки до розділу

Дипломна робота передбачає удосконалення технології виробництва. В розділі «Охорона праці» проведено аналіз шкідливих та небезпечних чинників в умовах прокатного цеху. Запропоновані заходи щодо зниження їх впливу, заходи протипожежні.

ВИСНОВКИ

Збереження життєздатності ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» в умовах входження України до Асоціації з ЄС можливе лише за його корінної реконструкції, яка має дозволити суттєве зниження собівартості продукції, що випускається.

Розвиток дрібносортних та дротових станів характеризується кількома етапами – від лінійних до напівбезперервних, від безперервних станів, що працюють на катаній заготовці поперечного перерізу 80×80 або 62×62 мм, до безперервних станів, на яких використовуються заготовки поперечного перерізу 125×125 та 150×150 мм.

З урахуванням розташування основного обладнання, перерізу використовуваної заготовки, а також числа ниток металу, що прокатується, можна запропонувати наступну класифікацію дрібносортних і дротових прокатних станів: перше покоління – лінійні прокатні стани; друге покоління – напівбезперервні прокатні стани; третє покоління - безперервні чотириниткові прокатні стани, що працюють на катаній заготовці малих поперечних перерізів; четверте покоління - безперервні двониткові прокатні стани, що працюють на безперервнолитій заготовці великих поперечних перетинів; п'яте покоління – безперервні однопниткові прокатні стани; шосте покоління - агрегати, що поєднують процеси розливання сталі і прокатки металу – ЛПА.

Перехід на використання безперервнолитної заготовки диктує необхідність використання її лише великих поперечних перерізів (щонайменше 125×125 мм), отже, зупинку всіх дрібносортних і дротових станів першого і другого поколінь і обов'язкову реконструкцію станів третього покоління. При реконструкції діючих та будівництві нових станів необхідно прагнути до того, щоб прокатні стани були елементом ливарно-прокатного агрегату, що забезпечить високу якість продукції та мінімальні енергетичні, матеріальні та трудові витрати на її виробництво.

Пропонувати конкретні параметри технології виробництва гарячекатаних

смуг та обладнання, що її забезпечує, слід виконати на стадії передпроектного опрацювання після попереднього розгляду та прийняття рішення про доцільність реалізації описаної пропозиції для умов ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»».

У разі прийняття такого рішення для розробки базових рішень з технології виробництва гарячекатаних смуг та визначення параметрів основного обладнання можуть бути залучені працівники НВО «Донікс», які тривалий час співпрацюють з ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» з широкого кола науково-дослідних та впроваджувальних робіт по всьому технологічному ланцюжку комбінату як у частині технології, так і автоматизації операцій та процесів

Запропоновано ключові положення реконструкції, що стосуються головної частини прокатних станів. Безумовно будуть необхідні менш глобальні реконструктивні заходи по технологічній лінії кожного з реконструйованих станів, пов'язані як зі збільшенням маси заготовки аж до 2 т, так і з підвищенням вимогою до якості продукції, можливим розширенням сортаменту (наприклад, освоєння виробництва металокорду). Безумовно буде потрібно розробка або коригування калібрування валків, схем і режимів прокатки, застосування систем автоматичної ЕОМ, засобів контролю якості продукції

Запропонована реконструкція дозволить забезпечити отримання високоякісної прокатної продукції та зниження її собівартості, а також задовольнити внутрішню потребу України в частині сортового прокату, катанки, профілів для залізобетонних конструкцій та частково у листовому прокаті. Це зумовить необхідність розвитку доменного та сталеплавильного виробництв. Але це вже буде другий етап реконструкції.

Дипломна робота передбачає удосконалення технології виробництва. В розділі «Охорона праці» проведено аналіз шкідливих та небезпечних чинників в умовах прокатного цеху. Запропоновані заходи щодо зниження їх впливу, заходи протипожежні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коренко М. Г. Создание и развитие комбината «Криворожсталь» и существующее положение дел на ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог» / М. Г. Коренко, Ю. В. Коновалов // *Металл и литьё Украины*. – 2015. – № 4 (263) – С.
2. Некрасов З. И. Развитие металлургии в Украинской ССР / З. И. Некрасов, Н. А. Терещенко, В. Г. Тищенко и др. – К.: Наукова думка, 1980. – 960 с.
3. Минаев А. А. Украина и Европа: История металлургической промышленности Украины (на русском и английском языках) / А. А. Минаев, В. П. Следнев, Ю. В. Коновалов. – СИТКО АГ. - 6900 Лугано – (Швейцария), 1994. – 270 с.
4. Жучков С. М. Современные проволочные станы. Тенденции развития технологии и оборудования / С. М. Жучков, А. А. Горбанев // *ОАО «Черметинформация». Бюллетень «Чёрная металлургия»*. – 2006. – № 7. – С. 30-42.
5. Разработка научных основ технологии производства крупногабаритных твердосплавных изделий и освоение их промышленного производства для металлургической промышленности Украины / А. Ф. Лисовский, Э. О. Цкитишвили, А. И. Кулик и др. // *Металл и литьё Украины*, 2010. – № 1-2. – С. 1-57.
6. Шульгин Г. М. Теория и практика процесса многоручьевого прокатки-разделения / Г. М. Шульгин, О. В. Дубина, В. Ф. Губайдулин и др. – Севастополь: «Вебер», 2003. – 622 с.
7. <http://www.arcelormittal.com.ua/index.php?id=63>
8. <http://www.arcelormittal.com.ua/index.php?id=238>
9. Ю.В. Коновалов, А.Г. Маншилин, М.Г. Коренко.: Этапы развития мелкосортных, проволочных станов и литейно-прокатных агрегатов для производства мелкого сорта и катанки. *МЕТАЛЛ И ЛИТЬЕ УКРАИНЫ* №7 (266), 14-24 (2015).
10. Кузьменко А. Г. Мелкосортные станы. Состояние, проблемы, перспективы / А. Г. Кузьменко. – М.: Металлургия, 1996. – 368 с.

11. Шилов В. А. О рациональных путях перевода мелкосортных и проволочных станов на прокат непрерывнолитых заготовок / В. А. Шилов, В. К. Смирнов // Производство проката, 2000. – № 7. – С. 23-25.

12. Смирнов А. Н. Процессы непрерывной разливки / А. Н. Смирнов, В. Л. Пилюшенко, А. А. Минаев и др. – Донецк: ДонНТУ, 2002. – 536 с.

13. Смирнов В. К. Опыт и направления реконструкции мелкосортных и проволочных станов / В. К. Смирнов, В. А. Шилов // Бюллетень «Чёрная металлургия», 1999. – № 1-2. – С. 13-19.

14. Жучков С. М. Целесообразность применения неприводных деформирующих устройств в условиях мелкосортных станов комбината «Криворожсталь» / С. М. Жучков, И. И. Любимов, Л. М. Кулаков и др. // Теория и практика металлургии, 2001. – № 2 (22). – С. 51-55.

15. Кукуй Д. П. Выбор рационального пути реконструкции мелкосортных станов при переводе на непрерывнолитую заготовку большого сечения // Д. П. Кукуй, В. С. Солод, В. А. Шеремет // Металлургическая и горнорудная промышленность, 2002. – № 8-9. – С. 184-188.

16. Совмещение непрерывной разливки стали с прокаткой / В. Б. Ганкин, Б. Е. Гуревич, А. А. Целиков, А. М. Ротенберг // Чёрная металлургия. Бюллетень института «Черметинформация», 1970. – № 11. – С. 13-22.

17. Коновалов Ю. В. Настоящее и будущее литейно-прокатных агрегатов. Сообщение 2. Производство сортового проката / Ю. В. Коновалов // Производство проката, 2009. – № 10. – С. 36-48.

18. Освоение проволочного стана 150 / В. А. Кулеша, Г. П. Борисенко, А. А. Горбань и др. // Сталь, 1984. – № 1. – С. 42-46.

19. Yin Pei Yn Runming Iron and steel single-strand hing-speed wire rod mill / Yin Pei Yn, A. Muller // МРТ, Inter-national, 1996. – № 1. – Р. 58-60, 62, 64.

20. Литейно-прокатный агрегат для производства катанки / В. А. Вердеревский, В. П. Степанов, Г. С. Никитин, О. К. Храпченков // Сталь, 1995. – № 2. – С. 37-41.

21. Сивак Б. А. Литейно-прокатные агрегаты / Б. А. Сивак, А. И. Майоров // Тяжёлое машиностроение, 1997. – № 5. – С. 6-9.
22. Святковский У. Привязка УНРС к мелкосортным и проволочным станам / У. Святковский // МРТ, 1993. – С. 56-62.
23. Альзетта Ф. «Мини-завод» Luna для литья и бесконечной прокатки сорта / Ф. Альзетта, Д. Андреатта, М. Тонидандел, В-Д. Руцца // МРТ, 2001. – С. 60-72.
24. Альзетта Ф. Новая установка современного литья и бесконечной прокатки специальных сталей на заводе фирмы ABS / Ф. Альзетта // Чёрные металлы, 2002. – Май. – С. 78-87.
25. Заводы «Luna» фирмы «DANIELI» для бесконечной разливки и прокатки специальных сталей: технология, инновации и преимущества // Новости чёрной металлургии за рубежом, 2003. – № 2. – С. 67-69.
26. Ринт Б. Ориентированный на перспективу сортовой стан для прокатки специальных качественных и легированных сталей / Б. Ринт, М. Аппель // МРТ, 1990. – С. 60-70.
27. Попков М. Н. Опыт и перспективы развития горизонтальной непрерывной разливки стали / М. Н. Попков, В. В. Решетов, А. И. Трушин // Сталь, 2010. – № 1. – С. 24-32.
28. Бровман М. Я. Непрерывная разливка металла / М. Я. Бровман. – М.: ЭКОМЕТ, 2007. – 484 с.
29. Коновалов Ю. В. МНЛЗ как многофункциональный агрегат для разливки, модифицирования и деформирования металла / Ю. В. Коновалов // ОАО «Черметинформация». Бюллетень «Чёрная металлургия», 2010. – № 5. – С. 46-55.
30. Аммелинг В. -Ю. Прецизионная прокатка сортовой стали в редуционно-калибровочных блоках / В. -Ю. Аммелинг, Дж. Нисино, К. Хасэгава // Чёрные металлы, 2001. – Август. – С. 52-58.

31. А.с. № 133994 СССР. Способ винтовой прокатки круглого проката / И. Н. Потапов, А. Е. Харитонов, С. П. Галкин и др. // Открытия. Изобретения, 1987. – № 35. – С. 24.
32. Вопросы теории радиально-сдвиговой прокатки сортового металла / С. П. Галкин, В. К. Михайлов, В. П. Романенко и др. // Производство проката, 2001. – № 7. – С. 23-28.
33. Харитонов Е. А. Внедрение технологии и оборудования для производства прутков ответственного назначения с применением станов радиально-сдвиговой прокатки / Е. А. Харитонов, В. В. Рождественский, Е. А. Скрябин, Л. Г. Курочкин // Производство проката, 2001. – № 7. – С. 28-32.
34. Конструкция станов радиально-сдвиговой прокатки / Б. А. Романцев, М. А. Минтоханов, Н. П. Рябихин и др. // Производство проката, 2001. – № 7. – С. 32-37.
35. Сапожников А. Я. Мини-комплекс для производства мелкого сорта на основе совмещения винтовой и продольной прокатки / А. Я. Сапожников, А. М. Кривцов, С. П. Мимотин // Труды третьего конгресса прокатчиков. – М.: АО «Черметинформация», 2000. – С. 314, 315.
36. Коломбо Э. Производство сортового длинномерного проката по технологии Winlink / Э. Коломбо, У. Занелли // Сталь, 2011. – № 11. – С. 80-82.
37. Коновалов Ю. В. Листовой литейно-прокатный агрегат для ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог». /Ю. В. Коновалов, А. Г. Маншилин, М. Г. Коренко// Металл и литьё Украины №6 (265). - 2015. – С.
38. Коновалов Ю.В. Возможные варианты организации производства жести и холоднокатаного листа в Украине / Ю.В. Коновалов, А.Г. Присяжный, И.В. Кармазина // Металл и литье Украины, 2015.-№2.-С.3-7.
39. Остапенко А.Л. Компактные технологии на базе станов с печными моталками / А.Л. Остапенко, Э.Е. Бейгельзиммер, Д.А. Деркач, Ю.Н. Белобров // Металл и литье Украины, 1999.-№9-10.-С.41-45.

40. Бруно Ди Джусто. Комбинированный толстолистовой стан / стан Стеккеля – современный подход к рынку толстого листа / Бруно Ди Джусто // МРТ, 2004.-№2.-С.20-24.
41. Samways N.L. IPSCO's 1,25 million ton/year Montpelier plate mill / N.L. Samways // Iron and Steel Engineer, 1998.-№10.-Р.23-33.
42. Современные технологии производства толстого листа, в частности, на толстолистовых станах Стеккеля // Iron and Steel Tehnology, 2005.-№8.-Р.44-49.
43. Коновалов Ю.В. О применении вертикально расположенных валков в технологической линии широкополосных станов и литейно-прокатных агрегатов. Сообщение 2. Разработка схем и режимов редуцирования непрерывнолитых слябов по ширине в реверсивных комплексах – вертикальные-горизонтальные валки широкополосных станов / Ю.В. Коновалов, Е.А. Руденко, М.О. Фролова // Бюллетень «Черная металлургия», 2014.-№8.-С.43-52.
44. Уилсон Э. Технология TSP. Новый способ литья и прокатки тонких слябов / Э. Уилсон, Д. Петрыка // Черные металлы, 1994.-№11.-С.47-54.
45. Коновалов Ю.В. Справочник прокатчика. Книга 1. Производство горячекатаных листов и полос.-М.: Теплотехник, 2008.-640с.
46. Коновалов Ю.В. Современные станы Стеккеля – перспективное направление развития прокатного производства / Ю.В. Коновалов, А.С. Хохлов // Сталь, 2013.-№4.-С.38-43.
47. Таллер Г. Технология прокатки на стане Стеккеля фирмы VAI / Г. Таллер, Г. Джумлия, В. Грубер и др. // Черные металлы, 2005.-№4.-С.96-100.
48. Коновалов Ю.В. Новые схемы прокатки на стане Стеккеля с тремя печными моталками / Ю.В. Коновалов, Д.А. Голощатов, А.С. Хохлов // Черная металлургия. Бюллетень НТИ, 2011.-№8.-С.65-69.
49. Коновалов Ю.В. Сортвые литейно-прокатные модули / Ю.В. Коновалов, О.В. Дубина, А.В. Кекух, А.Г. Маншилин // Металл и литье Украины, 2004.-№8-10.-С.19-27.
50. Друян В.М. Теория и технология трубного производства / В.М. Друян, Ю.Г. Гуляев, С.А. Чукмасов.- Днепропетровск: РИА «Днепр-ВАЛ», 2001.-544с.

51. Жучков С.М. Бесконечная сортовая прокатка / С.М. Жучков // ОАО «Черметинформация». Бюллетень «Черная металлургия», 2002.-№10.-С.3-21.

52. Производство проката в Украине: перспективы развития. Автор: Ставовский Юрий Николаевич - профессор, доктор технических наук, профессор кафедры «Обработка металлов давлением» Национальной металлургической академии Украины (Днепропетровск); <https://uaprom.info/article/5007-proizvodstvo-prokata-v-ukraine-sovremennoe-sostojanie/>

53. Юрій Городніченко, Ілона Сологуб, Беатріс Ведер ді Мауро.: Відбудова України: принципи та політика. с.135-127 https://cepr.org/system/files/publication-files/178114-paris_report_1_rebuilding_ukraine_principles_and_policies.pdf

54. Ю.В.Коновалов, А.Г.Маншилин, М.Г.Коренко.: Сортовые литейно-прокатные агрегаты для ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог». МЕТАЛЛ И ЛИТЬЕ УКРАИНЫ №9 (268), 26-35 (2015).

55. Севернюк В.В. Современные проблемы технологического прогресса доменной плавки // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2008. – №6. – С. 6-10. <https://www.metaljournal.com.ua/mgp-06-2008/> – ISSN 20760507

56. Большаков В.И., Тубольцев Л.Г. Состояние и перспективы развития черной металлургии Украины на основе энергосберегающих технологий // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2006. – №2. – С. 1-5. <https://www.metaljournal.com.ua/mgp-02-2006/> – ISSN 20760507

57. Старовойт А.Г. Современная сырьевая база для коксования, ее структура и требования к качеству кокса // www.metalika.ua /.../ [sovremennaya-...estvu-koksa.ht](http://www.metalika.ua/.../sovremennaya-...estvu-koksa.ht). – 30.09.2010.

58. Эффективность и перспективы замены природного газа пылеугольным топливом в доменных цехах Украины / С.Л. Ярошевский, А.В. Емченко, В.Е. Попов, С.А. Иванов, В.П. Ивлев, А.В. Кузин // Металл и литье Украины. — 2010. — № 7. — С. 13-20. <http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/49906>

59. Lyalyuk, V.P., Tarakanov, A.K., Kassim, D.A. et al. Pulverized-coal injection in a 5000-m³ blast furnace. Steel Transl. 47, 675–681 (2017). <https://doi.org/10.3103/S0967091217100060>

60. Антрацит и термоантрацит в шихте доменной плавки // В.П. Лялюк, И.Г. Товаровский, Д.А. Демчук и др. – Днепропетровск: Пороги, 2008. – 245 с. ISBN: 978-966-525-874-2

61. Аналіз причин додувок у конвертерному виробництві сталі та шляхи їх усунення / Радько Н.Г., Чупринов Є.В., Лялюк В.П., Коренко М.Г., Кривенко В.В. // Вісник Приазовського державного технічного університету. – 2020. – Серія: Технічні науки. – Вип. 40. – С. 88-95.

62. Управління технологічним процесом конвертерної плавки по розрахунковій температурі реакційної зони / Н.Г. Радько, Є.В. Чупринов, В.П. Лялюк, М.Г. Коренко, В.В. Кривенко // Вісник Приазовського державного технічного університету. – 2020. – № 41. – С. 70-75. – (Серія: Технічні науки). DOI: 10.31498/2225-6733.41.2020.226184

63. Development of supplements prevention system in oxygen converter process in order to increase the economic efficiency of steel melting / Evhen Chuprinov, Vitalij Lyalyuk, Hanna Andrushchenko, Daria Kassim, Natalia Rad'ko // SHS Web of Conferences 100, 06001 (2021), ICSAI 2021. P. 1-9. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202110006001>

64. Andrushchenko, H.; Chuprinov, E.; Hryhorieva, V.; Batareyev, V. and Lyakhova, I. (2022). Marketing, Manufacturing and Economics: The Foundation for the Competitiveness of a Modern Enterprise. In Proceedings of the 5th International Scientific Congress Society of Ambient Intelligence - ISC SAI, ISBN 978-989-758-600-2, pages 145-154. DOI: 10.5220/0011345600003350

65. Синергія економіки та металургії як основа механізму ефективного функціонування сучасного підприємства повного циклу / Андрущенко Г. І., Чупринов Є. В., Кассім Д.О., Григор'єва В. Г., Ляхова І. А. // Гірничий вісник Криворізького національного університету. – 2023. – № 111. – С. 120-126. – (Серія: Технічні науки). doi.org/10.31721/2306-5435-2022-1-110

66. Andrushchenko, H., Chuprynov, Y., Podkopaev, O., Karpiuk, S., & Lyakhova, I. (2024). Analysis of domestic industrial enterprises logistics links and main directions of their revitalization. Scientific and practical journal "Economics

and technical engineering". Vol. 2 No. 1 (2024), 55–63.
<https://doi.org/10.62911/ete.2024.02.01.05>

67. Xu K. ECPH Encyclopedia of Mining and Metallurgy. - Springer, 2024. - 2408 p.

68. Шеремет В. О. И др. Справочник руководителя и специалиста горно-металлургического предприятия по охране труда. Днепропетровск «Лира». - 2005.

Звіт подібності

метадані

Назва організації
STATE UNIVERSITY OF ECONOMICS AND TECHNOLOGY

Заголовок
Савченко Назар Віталійович

Автор **Савченко Назар Віталійович** Науковий керівник / Експерт
Чупринов Є.В.

підрозділ
STATE UNIVERSITY OF ECONOMICS AND TECHNOLOGY

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2

19722

Кількість слів

144700

Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		9
Інтервали		0
Мікропробіли		0
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		383

Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Копір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

Копір тексту

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	Аналіз та дослідження можливостей модернізації дрібносортового прокатного стану 250-5 ПАТ АрселорМіттал Кривий Ріг при виготовленні сталевих арматур марки 25Г2С 12/4/2023 Кривий Ріг National University (Кафедра металургії чорних металів і ливарного виробництва)	165 0.84 %
2	https://nmetau.edu.ua/file/diss_kassim.pdf	125 0.63 %

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра металургійних технологій

ВІДГУК КЕРІВНИКА НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

бакалавра
(бакалавра, магістра)

Студента(ки) Савченка Назара Віталійовича
(прізвище, ім'я та по-батькові)

групи МЧМ-21

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра
(бакалавра, магістра)

Можливі варіанти реконструкції та шляхи подальшого розвитку прокатного виробництва ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

Обсяг пояснювальної записки і графічної частини:

пояснювальна записка	<u>94 стор.;</u>
таблиць	<u>;</u>
схем і рисунків	<u>20 ;</u>
листів графічної частини (демонстраційного матеріалу)	<u>5.</u>

Якісні відмінності кваліфікаційної роботи бакалавра
(бакалавра, магістра)

Кваліфікаційна робота виконана на актуальну тему. В роботі показано, що ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» продовжує залишатися найбільшим виробником металопродукції в Україні. З'ясовано основні переваги та недоліки ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Запропоновано ключові положення реконструкції, що стосуються головної частини прокатних станів. Буде потрібна розробка або корегування калібрування валків, схем і режимів прокатки, застосування систем автоматизації.

Запропонована в роботі реконструкція забезпечить отримання високоякісного сортового прокату та зниження його собівартості. Також задовільнить внутрішні потреби України в частині сортових профілів, катанки та частково у листовому прокаті. Це зумовить необхідність розвитку доменного та сталеплавильного виробництв. Але це вже буде другий етап реконструкції.

Кваліфікаційна робота виконана згідно завдання, вчасно у повному обсязі.

Недоліки кваліфікаційної роботи

бакалавра

(бакалавра, магістра)

Суттєвих недоліків немає.

Характеристика загальної, спеціальної і виробничої підготовки автора кваліфікаційної роботи бакалавра, ступінь самостійності виконання:

Студент Савченко Н.В. під час виконання роботи показав відмінну загальну, спеціальну та виробничу підготовки. Провів аналіз роботи металургійних підприємств України. Самостійно, з використанням сучасної науково-технічної літератури, запропонував заходи для відновлення металургійного підприємства.

Можливість використання кваліфікаційної роботи бакалавра

Результати роботи можна використовувати під час післявоєнного відновлення металургійної галузі України.

Оцінка кваліфікаційної роботи відмінно

Керівник Коренко Марина Георгіївна

(прізвище, ім'я та по-батькові)

Доцент, к.т.н.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

« 07 » червня 20 25 р.

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра металургійних технологій

РЕЦЕНЗІЯ

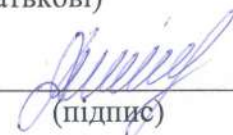
на кваліфікаційну роботу _____ бакалавра
(бакалавра, магістра)
Студента(ки) Савченка Назара Віталійовича
(прізвище, ім'я та по-батькові)

Групи МЧМ-21
Тема кваліфікаційної роботи _____ бакалавра (бакалавра, магістра)
<u>Можливі варіанти реконструкції та шляхи подальшого розвитку прокатного виробництва ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»</u>
Тема спеціальної частини кваліфікаційної роботи _____ бакалавра (бакалавра, магістра)
<u>Шляхи післявоєнного відновлення металургійної галузі України</u>
Переваги кваліфікаційної роботи _____ бакалавра (бакалавра, магістра)
Кваліфікаційну роботу виконано на актуальну тему. Запропоновано ключові положення реконструкції, що стосуються головної частини прокатних станів. Запропонована реконструкція дозволить забезпечити отримання високоякісної прокатної продукції та зниження її собівартості, а також задовольнити внутрішню потребу України в частині сортового прокату, катанки, профілів для залізобетонних конструкцій та частково у листовому прокаті.
Недоліки кваліфікаційної роботи _____ бакалавра (бакалавра, магістра)
Суттєвих недоліків немає. Мають місце граматичні помилки.
Рекомендації: Результати роботи можуть бути використані на металургійних підприємствах України
Рецензент <u>Кассім Д.О.</u>

(прізвище, ім'я та по-батькові)

проф., д.т.н.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Д О В І Д К А
про перевірку тексту роботи програмно-технічними засобами

Текст (вибрати необхідне):

- кваліфікаційної роботи;
- навчальної/наукової праці;
- наукових матеріалів

«Новий варіант реконструкції та аналізи подальшого розвитку
прокатного виробництва ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг"»

автором/авторами або виконавцем якої є:

Савенко Назар Віталійович
(ПІБ)
каф. металургійних технологій
(структурний підрозділ, кафедра, лабораторія)

обсягом 94 сторінок друкованого тексту перевірено програмно-технічним засобом
«Style Vladislem».

Рівень оригінальності становить 46,73 %.

При перевірці посилань програмою визначено окремі співпадіння із:

- власними публікаціями;
- термінологією;
- посиланнями на літературу, праці вчених;
- посиланнями на законодавство;
- загальноновживаними фразами.

Матеріали було розглянуто та рекомендовано до

розгляду в ЕК на засіданні
(подальшого розгляду, друку, опублікування тощо)
кафедри металургійних технологій
(структурний підрозділ, кафедра, лабораторія тощо)

Державного університету економіки і технологій від «12» 06 2025 р. протокол
№ 12.

Керівник підрозділу


(підпис)

D. Kasim
Ініціал, ПРІЗВИЩЕ

Дата 12.06.2025

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ

ДОВІДКА
про підготовку студента-випускника

Савченка Назара Віталійовича
(прізвище, ім'я та по-батькові)

Кафедра Металургійних технологій
Спеціальність 136 – Металургія


(шифр, назва)

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра Можливі варіанти реконструкції та шляхи подальшого розвитку прокатного виробництва ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

Керівник кваліфікаційної роботи:

доцент, к.т.н., Коренко М.Г.
(посада, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

Оцінки по розділах роботи

№ з/п	Найменування розділу проекту (роботи)	Консультант	Зараховано / не зараховано	Дата	Підпис консультанта	Примітка
1	Аналітична частина	Коренко М.Г.	зарах	07. VI. 25		
2	Основна частина	Коренко М.Г.	зарах	07. VI. 25		
3	Охорона праці	Коренко М.Г.	зарах	07. VI. 25		

Завідувач кафедри


(підпис)

Д.О. Кассім
(ініціали, прізвище)

« 09 » 06 2025 р.