

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Гірничо-металургійний факультет
Кафедра металургії чорних металів і ливарного виробництва

Пояснювальна записка
до випускної атестаційної роботи магістра

зі спеціальності 136 – Металургія
ОП «Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів»

на тему:

**Дослідження та удосконалення технології використання
альтернативного палива в доменному виробництві**

Виконав: студент групи ЗМЧМ-24-1м
Керівник випускної роботи

Нормоконтролер

Завідувач кафедри

Ляшко І.М.
Саїтгарєєв Л.Н.

Саїтгарєєв Л.Н.

Савельєв С.Г.

Кривий Ріг
2025 р.

**ВІДОМОСТІ ОБСЯГУ МАТЕРІАЛІВ
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ**

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A4		1	КНУ.РМ.136.25.503с-02 ПЗ	Пояснювальна записка		
				<u>Графічні матеріали</u>		
A4		2	КНУ.РМ.136.25.503с-02 ПР	Презентація		
A4		3				
A4		4				
A4		5				

					КНУ.РМ.136.25.503с-02 ВМ			
		№			ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ			
		Л						
		Світгарсєв Л.Н.						
		Світгарсєв Л.Н.						
		С						
								А
								1
					ЗМЧМ-24-1м			

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УТИЛІЗАЦІЇ ДИСПЕРСНИХ ЗАЛІЗО- ТА ВУГЛЕЦЬВМІСНИХ ВІДХОДІВ	
1.1. Аналіз властивостей та технологій утилізації прокатної окалини	
1.1.1.Характеристика замасленої окалини та її властивості	
1.1.2.Методи збору прокатної окалини	
1.1.3.Технології утилізації прокатної окалини	
1.2.Характеристика видів палива для доменної плавки	
1.2.1.Аналіз застосування пиловугільного палива	
1.2.2.Аналіз застосування водовугільного палива (ЕКОВВП)	
1.2.3.Аналіз застосування мазуту	
1.2.4.Аналіз застосування комбінованого рідкого палива	
Висновки до розділу	
РОЗДІЛ 2. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОТРИМАННЯ КОМБІНОВАНОГО РІДКОГО ПАЛИВА	
2.1. Передумови до визначення складу КРДП	
2.2. Обґрунтування складу і властивостей композицій палива	
2.3 Аналіз варіантів технології виробництва КРДП	
2.3.1. Отримання КРДП з компонентів з довільними характеристиками	
2.3.2. Отримання палива з постійними реологічними і теплотехнічними	
2.3.3. Отримання палива з максимальним коефіцієнтом використання замасленої окалини	

					<i>КНУ.МР.136.25.503с.02.3</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ			
Розроб.		Ляшко І.М.						
Перевір.		Сайтгареев Л.						
Реценз.								
Н. Контр.		Сайтгареев Л.						
Затверд.		Савельєв С.Г.						
					Лім.		Арк.	Акрушіє
							4	2
					«КНУ» ЗМЧМ-24-1м			

2.3.4. Отримання палива на основі крупної замасленої окалини	
Висновки до розділу	
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КРДП	
3.1. Вдування КРДП в фурму доменної печі	
3.2. Процеси в горні доменної печі при введенні КРДП	
3.3. Дослідження ефективності вдування КРДП	
3.4. Енергетичний аналіз вдування КРДП	
Висновки до розділу	
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	
РОЗДІЛ 5. САНІТАРНО ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НДР	
Висновки до розділу	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	
СПИСОК ВИКОРСИТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	

РЕФЕРАТ

Ключеві слова: ЗАМАСЛЕНА ПРОКАТНА ОКАЛИНА, МАСЛОВІДХОДИ, КОМБІНОВАНЕ ДОМЕННЕ ПАЛИВО, ВДУВАННЯ .

Пояснювальна записка містить: 80 сторінок, 10 рисунків, 11 таблиць, 31 літературне джерело.

Об'єктом дослідження є технологія виробництва і використання комбінованого рідкого доменного палива на основі замасленої прокатної окалини, води та масловідходів.

Мета роботи: Дослідити можливість утилізації прокатної замасленої окалини без попереднього знемаслення та огрудування шляхом вдування паливної суміші на її основі в фурми доменної печі.

Впровадження обгрунтованої технології виробництва та використання паливної суміші дозволить переробляти в значних кількостях некондиційну металургійну сировину і промислові масловідходи з економією дефіцитного коксу і підготовленої залізорудної сировини. Важливим технічним питанням, що вимагає рішення, є отримання стабільного комбінованого рідкого доменного палива, яке можна вдувати в фурми доменних печей із повним спалюванням вуглеводнів які містяться в ньому.

Основною перевагою данної технології перед традиційними є позбавлення необхідності знемаслення прокатної окалини, що призводить до зниження кількості технологічних операцій, енерговитрат, та більш повного використання енергетичного потенціалу масловідходів які містяться в прокатній окалині.

					КНУ.МР.136.25.503с.02.Р		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РЕФЕРАТ		
Розроб.		Ляшко І.М.					
Перевір.		Саїтгареев Л.					
Реценз.							
Н. Контр.		Саїтгареев Л.					
Затверд.		Савельєв С.Г.					
					Літ.	Арк.	Акрушіє
						6	1
					“КНУ» ЗМЧМ-24-1м		

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УТИЛІЗАЦІЇ ДИСПЕРСНИХ ЗАЛІЗО- ТА ВУГЛЕЦЬВМІСНИХ ВІДХОДІВ

1.1. Аналіз властивостей та технологій утилізації прокатної окалини

1.1.1. Характеристика замасленої окалини та її властивості

Прокатка, кування, гаряче об'ємне штампування та інші технологічні процеси обробки пов'язані з нагріванням і охолодженням сталі на повітрі або в продуктах згорання палива і супроводжуються окисленням оброблюваних сплавів. При окисленні, яке особливо інтенсивно протікає при температурах, що перевищують 600 °С, поверхня сталей покривається продуктами газової корозії -окалиною [1].

Окислення стали відбувається при двох одночасно протікаючих процесах: дифузії кисню від поверхні до внутрішніх шарів металу і зустрічної дифузії металу через шар окалини на її зовнішню поверхню. У нагрітій сталі залізо розчиняється в окалині і дифундує назовні. Швидкість дифузії заліза зазвичай перевищує швидкість дифузії кисню, тому між окалиною і металом немає суцільного контакту, а в шарі окалини, прилеглого до металу і утвореному з FeO, утворюються пори [2].

Інтенсивність окалиноутворення визначає склад пічної атмосфери, температура і тривалість нагрівання.

Утворення замасленої окалини відбувається при виробництві гарячекатаної продукції під час видалення окалини з поверхні металу гідрозбиву. При цьому разом з окалиною змивається масло і різні мастильно-охолоджуючі рідини, що подаються на прокатні валки в робочій кліті [3].

					КНУ.МР.136.25.503с.02.01.АСТ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Ляшко І.М.			АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УТИЛІЗАЦІЇ ДИСПЕРСНИХ ЗАЛІЗО- ТА ВУГЛЕЦЬВМІСНИХ ВІДХОДІВ			Лім.	Арк.	Акрушіє	
Перевір.		Сайтгареев Л								7	23
Реценз.								“КНУ» ЗМЧМ-24-1м			
Н. Контр.		Сайтгареев Л.									
Затверд.		Савельєв С.Г.									

Далі окалина вловлюється в первинних і вторинних відстійниках, з яких видаляється для утилізації або відправляється в шламонакопичувачі. У результаті замаслена окалина являє собою масу, що складається з оксидів заліза, нафтопродуктів і води.

Окалина прокатних станів має сірий або навіть чорний колір рідше сіро-коричневий. В основному вона складається з плоских порівняно тонких і крихких пластинок з гострими ламаними краями (товщина 2-1 мм і менше). Поверхня пластин з одного боку матова, а з протилежного з металевим блиском. Матова поверхня часто пузирчаста, а блискуча – гладка [4].

Основними фазами в окалині є вюстит і магнетит, а на поверхні частинок, які контактували з окислювальною атмосферою, тонкий шар гематиту. Співвідношення між кількостями цих оксидів в окалині може бути різним у залежності від умов, при яких відбувається окислення металу [5].

За даними різних заводів в окалині міститься від 50 до 80% FeO, від 20 до 50% Fe₂O₃ і від 1 до 8% Fe_{мет}, що відповідає загальному вмісту заліза 65-70%. В залежності від марок сталі в окалині міститься незначна кількість інших оксидів таких, як SiO₂, Al₂O₃, MgO, P₂O₅, NiO, Cr₂O₃, MnO, V₂O₅, CaO, S, C.

Середня теплоємність окалини в інтервалі 450-1400 К коливається в межах 0,68-1,05 кДж/(кг°С). Щільність в межах 4850-5500 кг/м³. Теплопровідність окалини в інтервалі температур 1100-1500 °С дорівнює $\lambda = 0,6-2,2$ Вт / (м °С), а вогнетривкість коливається від 1480-1850.

У первинних відстійниках вловлюється велика замаслена окалина з розміром частинок 0,075-5,0 мм. Ця окалина містить до 12% масла, вологість її становить 10-15%. У вторинних відстійниках вловлюється дрібна замаслена окалина, крупність частинок якої становить менше 0,075 мм, з вологістю до 20% і вмістом масла 15-30%.

Масла, які використовують на станах гарячої прокатки і масляні емульсії піддаються впливу повітря, високих температур, тисків і т.д., що призводить до їх розпаду, обвуглювання, полімеризації і конденсації вуглеводнів,

					КНУ.МР.136.25.503с.02.01.АСТ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забруднення сторонніми домішками. В результаті в маслах відбувається накопичення смолистих сполук, коксу і сажі, різних органічних кислот [3].

Кількість замасленої окалини в розвинених індустріальних країнах складає близько 0,5% від маси сталевого прокату, в Росії та Україні досягає 2,0% або близько 600 тис. в рік [6].

1.1.2. Методи збору прокатної окалини

Існують два способи збирання збитої окалини: механічний і гідравлічний.

Механічний спосіб збирання полягає в тому, що збиту окалину, зволожену водою (яка завжди передбачена під робочими клітьми і рольгангами), прибирають вручну або за допомогою різних механізмів. До таких механічних пристроїв відносяться бункера, вони встановлюються під рольгангами і переміщаються на спеціальних візках або встановлені стаціонарно. Однак при цьому способі виникає необхідність у додатковій ручній збірці, так як він малоефективний через недосконалість застосовуваних механізмів [7].

Скреперний спосіб полягає в тому, що при русі скрепера в одному напрямку він захоплює окалину і скидає її в бункер, а при русі в зворотному проходить над нею.

Гідравлічний спосіб збирання окалини найбільш простий і економічний. Він полягає в тому, що збита окалина змивається водою, яка подається під тиском 3-15 атм по жолобах в спеціальні бункера (рис. 1.1). Одночасного видаляються масла, застосовувані для змащення прокатного обладнання. У прокатному виробництві використовуються масла марок: ПС-28, АІ-15, МС-20, БЛ-1, БЛ 2, ТП-22 і ін. Вони відносяться до тяжких з довгими вуглеводневими ланцюжками і температурою кипіння до 400 °С. Змив окалини водою забезпечує просте і зручне обслуговування та спостереження

					КНУ.МР.136.25.503с.02.01.АСТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

за прибиранням. При цьому значно зменшуються витрати на будівництво і скорочуються витрати на ремонт і експлуатацію [8].

В процесі прокатки окалину необхідно видалити в той момент, коли вона мінімально прилипає до металу. Існують різні способи видалення окалини з нагрітої заготовки, що застосовуються під час транспортування заготовки від печі до стану і в процесі прокатки. Так як пічна окалина вуглецевих сталей незначно прилипає до нагрітого металу, то достатньо невеликого механічного впливу (удар по заготівці або заготівкою по чомусь), щоб вона частково відокремилась.

Вся окалина зпід рольгангів по двом нахиленим жолобам направляється в канал під кліттю, за яким змивається в бункер, розташований в окремому прольоті.

Прибирання окалини з бункера здійснюється грейфером.

Для спрямування окалини в жолоби під рольгангами встановлено направляючі щити з листової сталі. Обсипаючись, окалина потрапляє в жолоби і проходить по ним з безперервним потоком води в збірний бункер. Підведення води для змиву окалини здійснюється в основному в трьох місцях: на початку вхідного рольганга, під робочою кліттю і в кінці вихідного рольганга. Передбачається також підведення води ще в кількох місцях: під рольгангами з метою з'єднання гнучких шлангів для змивання, випадкових скупчень окалини і для збирання каналів під час зупинки стану. Тиск води при цьому становить 3 атм [7].

					КНУ.МР.136.25.503с.02.01.АСТ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

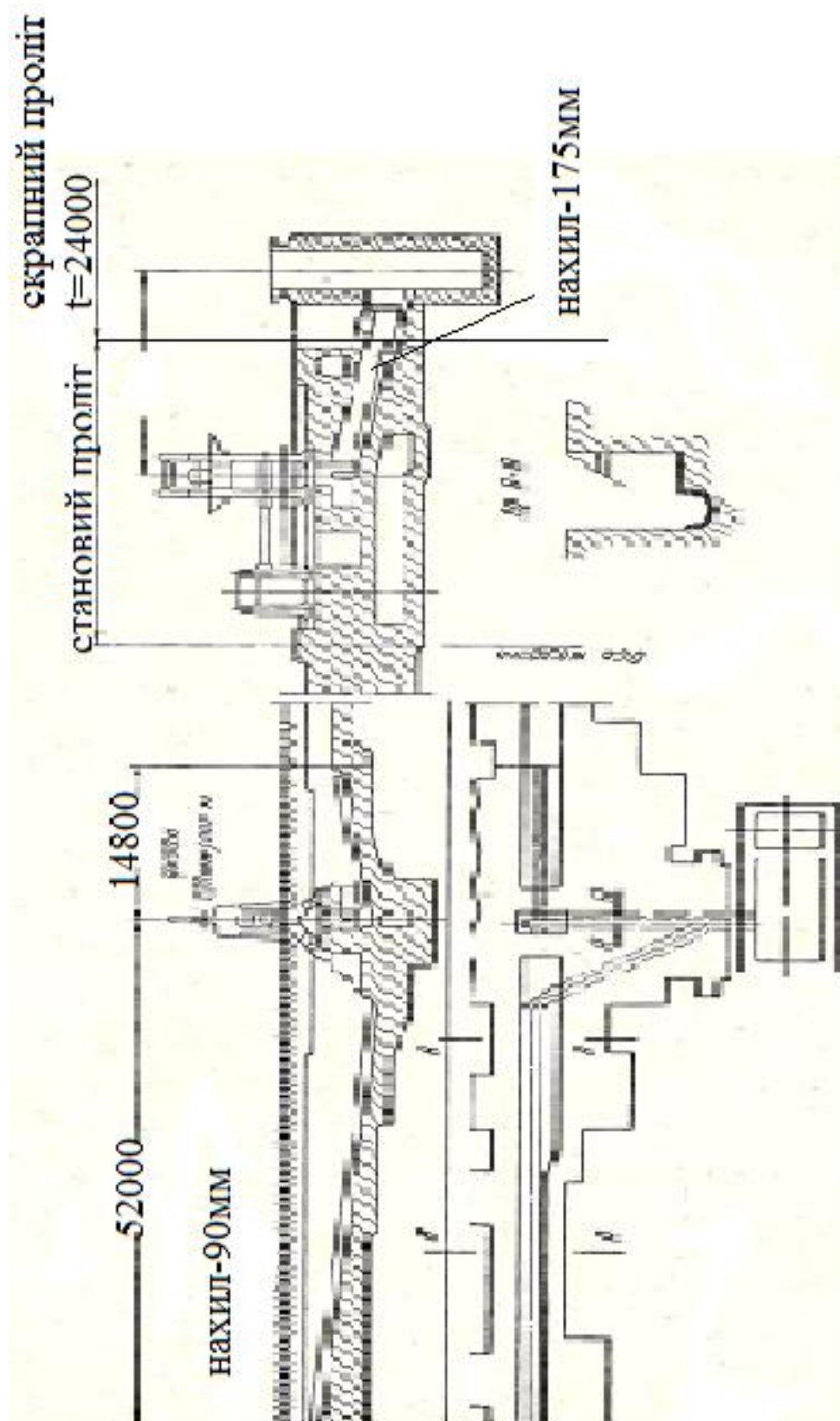


Рисунок 1.1. Гідравлічне прибирання окалини на блюмінгу 137

					КНУ.МР.136.25.503с.02.01.АСТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

Нахил жолобів під рольгангами прийнятий рівним 90-120 мм і від робочої кліті до скрапного прольоту 175мм на 1 пог. М

Щоб великі шматки окалини не потрапляли в жолоби і не виникало труднощів при змиві водою, над жолобами, в тих місцях, де опадають великі шматки окалини або вогнетривів, встановлюють решітки з просвітами 150 х 150мм. Потрапляючи на ці решітки, окалина дробиться і провалюється в жолоби. Великі шматки, що залишаються на решітці, прибирають вручну у візок, що переміщається в самому тунелі. У цьому випадку можливість засмічення жолобів великими шматками виключена. На цьому стані для змиву окалини застосовують воду, подається під тиском 8-10 атм [9].

Існуюча технологія змиву окалини прокатного виробництва на ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» представлена на рис. 1.2.

Блюмінг № 1 і СПЦ № 1 має загальну систему, в якій з первинного відстійника окалина, стічна вода надходять у два радіальних відстійника і в горизонтальному відстійнику з 46 секціями. Блюмінг № 2 і СПЦ № 2 також має загальну систему, в якій стічні води з первинного відстійника відкачуються в дві горизонтальних (24 и 63 секції) і три радіальних відстійника.

Прокатний цех № 3 має систему, в якій з первинних відстійників стічні води відкачуються в горизонтальний відстійник з 14 секціями.

У первинному відстійнику (ямі для окалини) осідає головним чином велика (10мм) і середня (2-10мм) окалина. Радіальні відстійники використовуються в разі збільшення обсягів води, яка перекачується. Піски (згущений продукт) з них направляються у горизонтальні відстійники. Осідає на дні горизонтальних відстійників прокатна окалина за допомогою грейферних кранів перевантажується для зневоднення у дренажні відсіки, що розташовані вище рівня суспензії в горизонтальних відстійниках. Дренажний стік самотливом надходить назад у горизонтальні відстійники. З дренажних відсіків окалину вивантажують за допомогою грейфера та автомобільним або залізничним транспортом вивозять на складування.

					КНУ.МР.136.25.503с.02.01.АСТ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У період максимальної продуктивності підприємства (1989р.) утворювалося близько 40 тис. тон. замасленої прокатної окалини в рік, що відповідає проектній продуктивності горизонтальних відстійників.

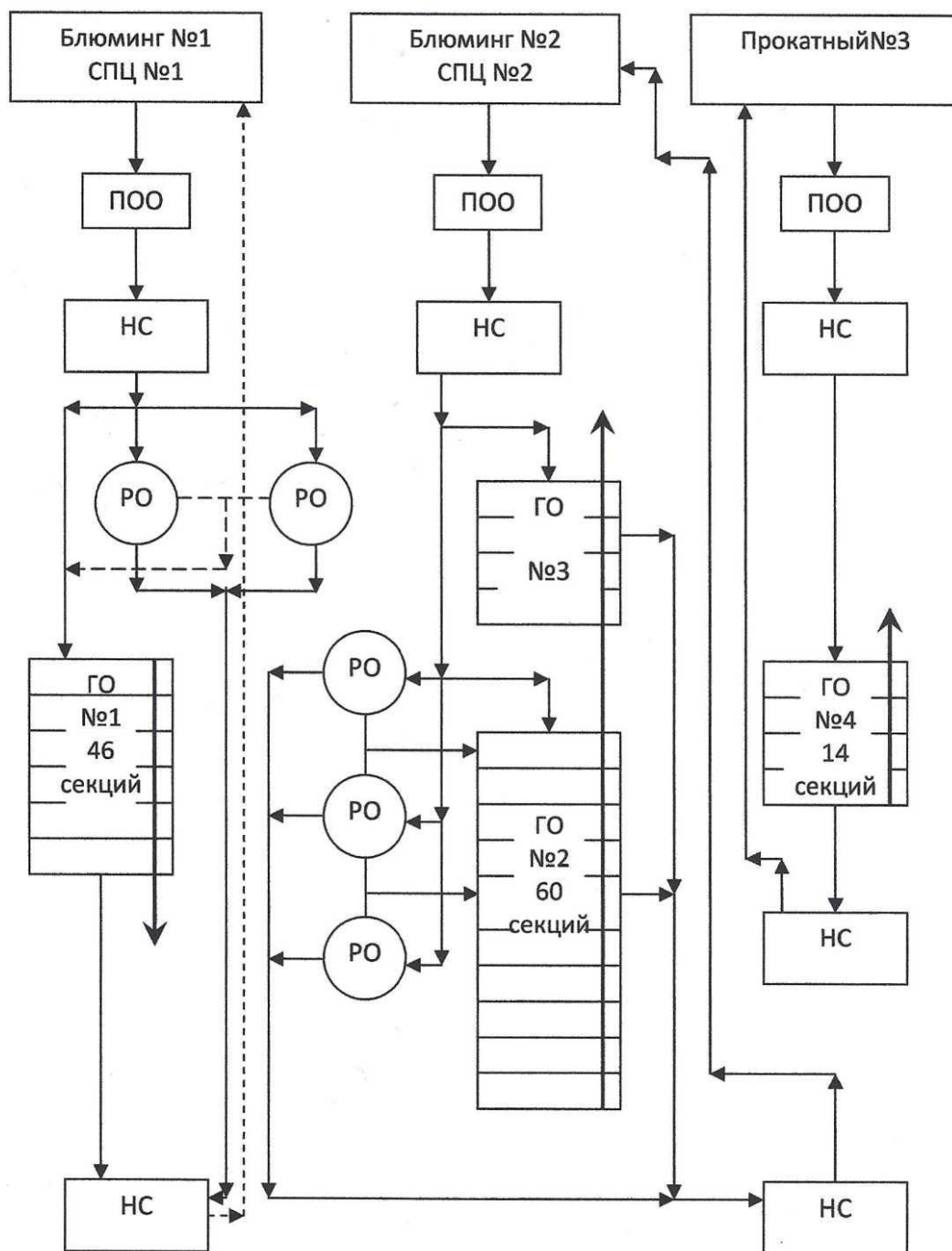


Рисунок. 1.2. Схема згущення та зневоднення шламів прокатного виробництва на ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»: ПОО – первинний відстійник окалини, РВ– радіальний відстійник, НС – насосна станція; ГВ - горизонтальний відстійник.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.МР.136.25.503с.02.01.АСТ

Арк.

7

При сучасних обсягах виробництва прокату на комбінаті в горизонтальних відстійниках вловлюється до 20 тис. т вторинної окалини в рік. Окалина з первинних відстійників містить більше 70% заліза, і її утилізація в якості підшихтовочного матеріалу в агломераційному виробництві не викликає серйозних проблем. Однак утилізація замасленої окалини з вторинних відстійників, незважаючи на високий вміст заліза, пов'язана зі значними труднощами, зумовленими наявністю в ній понад 10% масел.

1.1.3. Технології утилізації прокатної окалини

Прокатну засмальцьовану окалину в основному утилізують в доменній печі, після попередньої обробки, що включає збір, накопичення зневоднення, знемаслення і окускування (агломерація, брикетування, огрудкування). Відокремлені нафтопродукти спалюються в якості котельного палива, а вода після попереднього очищення використовується заново. Укрупнена схема традиційною технологією переробки замасляної окалини представлена на рис. 1.3.

					КНУ.МР.136.25.503с.02.01.АСТ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

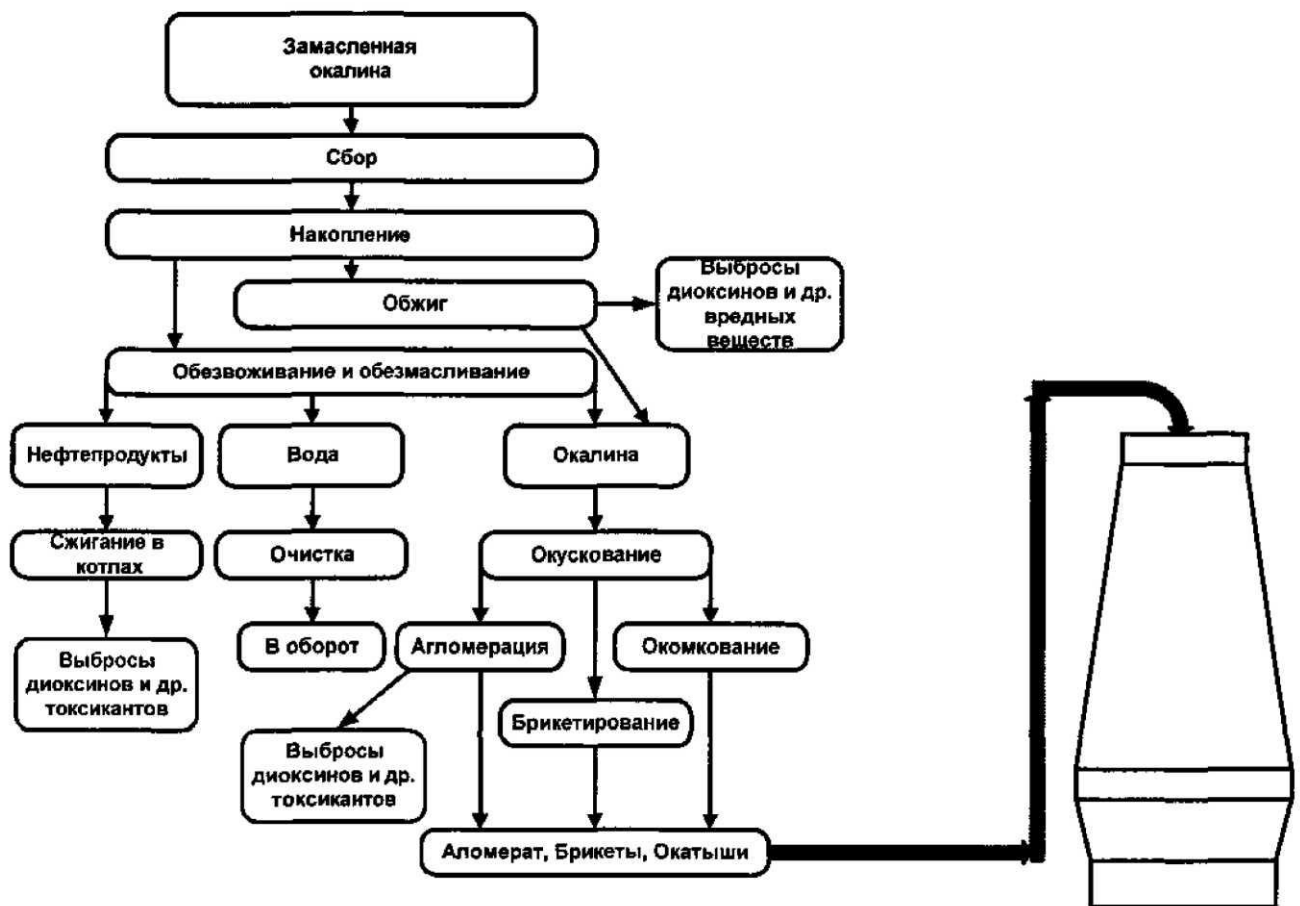


Рисунок 1.3. - Укрупнена традиційна схема утилізації

Особливі умови пред'являються до замасленої окалини. При її використанні в аглошихті - вона повинна містити не більше 1-3% важких вуглеводнів.

Існуючі процеси переробки замаслених шламів прокатних цехів можна умовно розділити на три групи.

До першої групи відносяться процеси переробки без знемаслення. Сутність методів полягає в спеціальній підготовці відходів. Замаслені шлами попередньо зневоднюють, змішують з сухими залізовмісними відходами та негашеним вапном, перемішують і використовують в агломераційній шихті. Отриманий в результаті підготовки шихтовий матеріал може використовуватися тільки в обмежених кількостях, оскільки при його спіканні

виділяється в газову фазу до 40% масел, які, змішуючись з пилом, налипають на лопатки ексгаустера і виводять його з ладу.

Друга група способів переробки включає хімічні та механічні методи обробки замаслених шламів з відділенням масла від твердих частинок [10]. Шлами піддаються обробці сіркокислі або лужними розчинами, потім флотацією відокремлюють масло від окалини. Отримане цим способом в результаті утилізації замасленої окалини масло за своїми фізико-хімічними властивостями на 20-25% придатне для повторного використання в якості змащення (за умови виділення цієї фракції), а 75-80% його може бути використано лише в якості рідкого палива. Залишковий вміст масел в окалині складає 3-5%, що перевищує вимоги агломераційного виробництва. Технологічна схема процесу багатоступенева, включає дороге обладнання, що потребує великих капітальних витрат при її реалізації.

До третьої групи процесів відносяться способи, що включають термічне знемаслення [11]. Частина способів базується на безпосередньому спалюванні масел у високотемпературній зоні випалювальних агрегатів. Замаслена окалина завантажується на шар гарячого агломерату в розвантажувальній частині агломашини або в завантажувальній частині охолоджувача, або на шар ліжка і запалюється горном при вакуумному прососі повітря. В обох випадках масло використовується як додаткове паливо. Замаслена окалина може бути використана при виробництві залізофлюса. Замаслений шлам з вапном і вапняком обробляють високотемпературним факелом, в результаті чого відбувається сублімація і згоряння масел, декарбонізація і огрудкування шихти утворюваним розплавом.

Інша частина процесів термічного знемаслення окалини включає попередню механічну обробку і зневоднення з наступною термічною обробкою. Енерготехнологічна схема включає циклонну піч для спалювання рідких масловідходів, піч, що обертається для прожарювання шламів, барабанний холодильник та пристрій для допалювання горючих складових димових газів. В якості основного палива циклонної печі використовується

					КНУ.МР.136.25.503с.02.01.АСТ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

природний газ у кількості 400-500 м³ / ч. Після випаровування вологи і випалювання масел ,суха окалина надходить в холодильник,а потім відвантажується на аглофабрику. Продуктивність установки по вихідному шламу 3т / ч. Димові гази з обертової печі надходять в допалюють пристрій, що складається з двох циклонних камер, в які подають також природний газ в кількості 100 м³/ч і повітря для допалювання парів масел.

Ця схема переробки замасленому окалини отримала подальший розвиток в частині підготовки та переробки рідких масловідходів з відділенням від води масла і отриманням з замасленої окалини в якості готового продукту залізококса. Використання замасленої окалини для виробництва залізококса пропонується також здійснювати в коксових печах.

Варіантом термічної переробки замасленої окалини :є технологія з отриманням в якості готового продукту окатишів. Технологічна схема включає згущення замаслених шламів, змішування з реагентом для інтенсифікації процесу зневоднення і подачу на стрічковий фільтр, де фільтрується під вакуумом через наливний шар фільтрувальної допоміжної речовини. Зневоднена суміш вологістю 20 ... 25% разом з подрібненим вапняком подається транспортером в барабанну піч для видалення масла і розкладання вапняку при температурі 800 ... 1100 °С. Обпалений матеріал пневмотранспортом подається в бункер і дозується в змішувач. Туди ж із бункера подають мелений ваграночний або доменний шлак і воду. Суміш надходить в стрижневий млин для активації, а потім в чашевий гранулятор, де отримують окатиші-сирці. Зміцнення окатишів проводиться в пропарювальній камері при температурі 70 ... 90 °С протягом 8 ... 12 годин. Готові брикети містять 53% Fe, мають насипну масу 1400 кг / м³, міцність на стиск через 3 доби після виготовлення 1 кН.

В останні роки поширення отримала технологія вдування залізо- і вуглецевмісних відходів в горн доменної печі [12, 13, 14]. В якості таких матеріалів можуть бути використані відходи металургійного виробництва - шлами, пил, замаслена окалина, конвертерний шлак та ін, а також відходи

					КНУ.МР.136.25.503с.02.01.АСТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

інших виробництв - пластмаси, деревини та ін. Вдування різних реагентів в фурми доменної печі забезпечує не тільки рециклінг важкоутилізуючих промислових відходів, але і часткову заміну коксу та вирішення інших технологічних завдань (зниження вмісту кремнію в чавуні, поліпшення газодинамічних умов у зоні шлакоутворення і проміжних шлаків, формування гарнісажу на стінках горна і т. п.).

1.2.Характеристика видів палива для доменної плавки

1.2.1 Аналіз застосування пиловугільного палива

Починаючи з 1960 року, інтенсивно проводилися дослідження впливу і ефективності подачі в горн доменної печі вуглецьвмістких добавок, у тому числі пиловугільного палива (ПВП), а також спільно з ним меленого флюсу, окалини і колошникового пилу. Після 80-х років вдування ПВП знайшло широке застосування в доменному виробництві. Технологічна схема приготування і вдування пиловугільного палива в горн доменної печі з метою заміни їм до 40% коксу підрозділяється на такі основні послідовні операції:

- вибір марки, крупності вугілля та його підготовка;
- помол вугілля або вугільного концентрату до крупності частинок порядку 80-90 мкм з одночасною сушкою в газовому потоці для зниження вмісту вологи в паливі з 10-15% до 1%;
- накопичення ПВП в бункерах;
- дозування і подальше введення ПВП в доменну піч через повітряні фурми.

В даний час ПВП вдувають більш ніж на 100 доменних печах в світі з витратою від 70 до 250 кг на 1 т чавуну. Для приготування і вдування ПВП розроблені та експлуатуються на практиці кілька систем: «Армко Петрокарб» - США; «Поль Вюрт» - Люксембург; «Кютнер» і «Клекнер»-Німеччина; «Макобер» - Англія; «Кавасакі денкі» і «Кобелко» Японія; «Хооговенс» - Голландія; «НМетАУ - УЕЧМ» - Україна.

					КНУ.МР.136.25.503с.02.01.АСТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Головна мета застосування ПВП - заміна частини коксу на більш дешевий вид палива, яке містить вуглець, в основному, з неспекаючихся марок вугілля.

В останні роки зростання цін на природний газ, мазут і нафту привів до того, що їх застосування в доменному виробництві стає економічно недоцільним. Особливо це відноситься до України, де власний видобуток газу і нафти не перевищує 20% потреби, а 80% становить імпорт.

Пиловугільне паливо за своїми технологічними параметрами забезпечує заміну коксу з еквівалентом 0,9-1,1 т/т і знижує теоретичну температуру горіння в фурменних осередках доменної печі, як і природний газ. При цьому 2 кг пиловугільного палива еквівалентні 1 м³ природного газу в розрахунку на 1 т чавуну [15].

Застосування пиловугільного палива дозволяє підвищувати температуру дуття до 1100-1200 °С і збільшити концентрацію кисню в дутті до 25% і більше, зберігаючи теоретичну температуру горіння в фурменних осередках на рівні 1950-2100 °С при повному виведенні природного газу. Це забезпечує рівний хід доменних печей з коефіцієнтом використання корисного об'єму, рівним 0,35-0,45 і витратою коксу 300-400 кг/т чавуну, що відповідає досягнутому у світовій практиці рівню технології доменної плавки і сприяє підвищенню конкурентоспроможності продукції.

Використання ПВП при коефіцієнті заміни коксу, рівному 1, знижує витрати в порівнянні з ціною на кокс на 35-50%. Крім цього, витрати на будівництво комплексу пиловугільного палива на порядок нижче, ніж на будівництво коксохімічного заводу еквівалентної потужності, а витрати на ремонт комплексу в 1,5 рази менше, ніж на реконструкцію коксових батарей.

У свою чергу, скорочення коксохімічного виробництва сприятливо позначається на збереженні навколишнього середовища, оскільки виробництво коксу супроводжується викидом в атмосферу значної кількості пилу і шкідливих газів ((H₂S, NH₃, NHS, SO₂, HCN) та інші) Так, при виробництві 1 млн. т коксу в атмосферу викидається 6000 т шкідливих

					КНУ.МР.136.25.503с.02.01.АСТ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

речовин. Шкідливі викиди в атмосферу при вдуванні ПВП в десять разів нижче в порівнянні з шкідливими викидами при виробництві тієї кількості коксу, яке замінює вдуване ПВП, при цьому повністю виключаються викиди вуглеводнів, аміаку, фенолів і синильної кислоти.

В даний час пиловугільне паливо застосовується практично у всіх країнах з розвиненим доменним виробництвом (таблиця 1.1)

Таблиця 1.1

Використання ПВП в країнах світу

Країна	Кількість ДП працюючих з вдуванням ПВП	Рік вводу	Витрата ПВП	Коефіцієнт заміни коксу ПВП
Японія	29	1981	100-140-200	0,8-1,2
КНР	27	1966	80-130	0,8-0,9
Німеччина	16	1983	100-150-225	0,9-1,1
США	8	1966	60	1,0
Франція	7	1982	100-120-250	0,9-1,2
Англія	6	1983	100-140	0,86-0,9
Швеція	3	1984	75-90	1,0
Нідерланди	3	1983	100-130	0,78-0,92
Україна	2	1985	60-80	0,8-0,95
Бельгія	2	1987	110	0,78
Італія	2	1987	100	0,88
Люксембург	1	1980	70	0,8-0,9

На багатьох зарубіжних фірмах з припиненням використання мазуту і природного газу 70-85% чавуну виплавляється з застосуванням пиловугільного палива. У Японії всі доменні печі працюють з вдуванням ПВП.

При приготуванні і вдуванні пиловугільного палива в доменну піч необхідно:

- використовувати вугілля з вмістом золи не більше 10-12%. При цьому слід враховувати твердість і розмолоспосібність вугілля, що впливають на продуктивність млина.;
- подрібнювати вугілля до крупності частинок порядку 80-90 мкм, що продиктовано вимогами пневмотранспорту вугільного пилу в горні доменної печі і повнотою згоряння частинок в фурменних осередках при мінімальному утворенні напівкоксу, накопичення якого в горні призводить до погіршення газопроникності коксової насадки, дренажу продуктів плавки і порушення плавності сходу шихти забезпечити пожежобезпечність і вибухобезпечність комплексу ПВП шляхом зниження вмісту кисню в газі-носії до 8-9% при транспортуванні пилу від млина до бункера-накопичувача, що досягається контрольованим спалюванням палива в камерах спалювання і змішуванням перед подачею в валкові млини продуктів згоряння з димовими газами повітрянагрівачів. У накопичувальні і дозувальні бункери подається азот під тиском 0,8-1,5 МПа;
- забезпечити рівномірний розподіл ПВП по повітряним фурмам. Нерівномірність подачі вугільного пилу між окремими фурмами не повинна перевищувати $\pm 3,0\%$, також необхідно використовувати в шихті доменних печей матеріали з підвищеними фізико механічними властивостями для компенсації зниження газопроникності стовпа шихти, яке пов'язане з виведенням з неї 25-40% коксу. Особливі вимоги в цих умовах пред'являються до якості коксу - крупності, міцності в холодному і гарячому станах.

Впровадження технології доменної плавки з використанням пиловугільного палива дає значну економію вугілля. Для виробництва 1 т пиловугільного палива потрібно 1,15 т вугільного концентрату з вологістю 14%, а для виробництва 1 т коксу вологості 6% потрібно 1,35-1,4 т шихти з

вологості 4%. Крім цього, зменшення потреби в коксі за рахунок застосування пиловугільного палива дозволяє вивести з коксової шихти вугілля слабкостікаючихся і неспекаючихся марок, що покращує металургійні властивості коксу - гранулометричний склад, механічну і термічну міцність. Найбільш низька витрата коксу при вдуванні пиловугільного палива (290 кг/т чавуну) досягнута в Японії [16].

1.2.2. Аналіз застосування водовугільного палива (ЕКОВВП)

Високі капітальні витрати на будівництво установок для приготування і вдування ПВП в доменні печі не дозволяють, розраховувати на широке застосування цього виду палива. Альтернативою йому може бути екологічно чисте (як при виробництві, так і при використанні) водовугільне паливо ЕКОВВП, технологія виробництва якого розроблена кілька років тому і яке вже застосовують в енергетиці.

ЕКОВВП є сумішцю композиційної дисперсної паливної системи, склад і властивості якої можуть задаватися і точно витримуватися при виробництві в залежності від бажання споживачів і можливостей технології (наприклад, вміст води в цьому паливі має бути не менше 30%). ЕКОВВП можна виробляти з вугілля практично будь-якого складу, а також з вуглецевих твердих відходів. В якості рідкого середовища можна використовувати в залежності від побажань споживача природну або мінералізовану воду, промислові стічні води, а також відходи нафтопереробної чи хімічної промисловості, що містять вуглеводні або високомолекулярні спирти. Підприємства з виробництва ЕКОВВП можуть розташовуватися як на місці видобутку вугілля, так і у споживача. Великою перевагою ЕКОВВП перед ПВП є його пожежна та вибухова безпечність, більш проста технологія приготування, реалізація якої вимагає значно менших капітальних витрат, а також можливість перевезення на будь-якому виді транспорту [17].

					КНУ.МР.136.25.503с.02.01.АСТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Найважливішою особливістю ЕКОВВП є паралельне протікання процесів горіння вугільних частинок крупністю 6-100 мкм, що містяться в краплях розпорошеного палива, і випаровування води цих крапель. Утворений водяний пар активізує поверхню вугільних частинок, гальмує їх деструкцію і вихід з них летючих речовин. В результаті процес горіння ЕКОВВП починається з гетерогенних реакцій окиснення вуглецю, а не з займання виділяючихся летючих речовин, як при горінні частинок пило-вугільного палива. При цьому температура займання ЕКОВВП істотно нижче температури займання часток сухого вугілля, з якого виготовлено пиловугільне паливо. Так, для ЕКОВВП з газового вугілля температура займання знижується з 650 до 450 °С, а для ЕКОВВП з антрациту з 1000 до 550 °С. В результаті протяжність факелу палаючого ЕКОВВП в 2-3 рази менше протяжності факелу палаючого ПВП. При спалюванні в печі ЕКОВВП потрібно надлишку повітря всього 3-7%, що на 18-20% нижче, ніж при спалюванні ПВП.

Розглянуті особливості ЕКОВВП дозволяють зробити висновок, що при вдуванні в повітряні фурми доменних печей воно буде згорати повніше порівняно з ПВП у зв'язку з більш тривалим контактом частинок вугілля ЕКОВВП з окислювачами (кисень дуття і пар води самого ЕКОВВП) в фурменій зоні [18].

Одночасно оцінили коефіцієнти заміни коксу для вдуваних палив ПВП і трьох марок ЕКОВВП (таблиця 1.2)

таблиця 1.2

Хімічний склад вдуваних добавок і коефіцієнти заміни коксу

					КНУ.МР.136.25.503с.02.01.АСТ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Хімічний склад та показники	Види палива			
	ПВП	ЕКОВВП-1	ЕКОВВП-2	ЕКОВВП-3
C	84,87	59,48	51,00	42,93
H ₂	3,54	2,46	2,11	2,31
H ₂ O	1,54	31,10	40,93	43,41
CO	0,07	0,05	0,04	0,16
CO ₂	1,85	1,27	1,09	4,05
N ₂	2,00	1,39	1,19	0,53
S	0,57	0,40	0,34	0,43
A	5,56	3,85	3,30	6,18
Коефіцієнт заміни коксу				
кг/м ³ ,кг/кг	0,91	0,47	0,32	0,20
кг/кг,вугілля	0,91	0,67	0,53	0,33

1.2.3. Аналіз застосування мазуту

За характером впливу на показники плавки мазут займає проміжне положення між газоподібними добавками і вугіллям, оскільки він дає в результаті перетворень біля повітряних фурм велику кількість відновників, в тому числі водню, і виділяє значну кількість тепла.

Коефіцієнт заміни коксу мазутом з підвищенням витрат мазуту знижується менш значно, ніж при підвищенні витрат природного газу і коксового газу, причому, головним чином, не в результаті зниження приросту доменного газу, який залишається практично постійним (0,14%/кг), а через зменшення теоретичної температури горіння при переході від одноступінчатого теплообміну (або близького до нього режиму), до двухступінчатого.

Величина коефіцієнту заміни коксу (кг/кг) може бути визначена за формулою:

$$K_3 = \frac{1 + 0,4 - \Gamma}{2000}$$

Теоретична температура горіння з підвищенням витрат мазуту на кожні 10 г/м³ дуття знижується на 37-43 °С, а температура колошникового газу збільшується при цьому в області двоступінчастого теплообміну на 0,3-0,4 °С/кг. Тепловіддача коксу і мазуту в печі з підвищенням витрат мазуту змінюється незначно, мало змінюються і питомі витрати дуття і колошникового газу (м³/т чавуну). З підвищенням витрати мазуту без додавання кисню зростає інтенсивність плавки по дуттю і газу.

Продуктивність печі при цьому зростає на 0,02-0,10 %/кг, а час перебування матеріалів у печі збільшується на 10-20%. Введення кисню при досягненні $T = 1800$ °С призводить до зростання значень коефіцієнту заміни коксу і суттєвого зменшення часу перебування матеріалів у печі завдяки підвищенню продуктивності на 0,20-0,25% на кожні 10 г мазуту в 1 м³ дуття.

Застосування мазуту спільно з природним газом при постійній його частці (5% в дутті) дає менше (на 7-8%) значення коефіцієнта заміни, ніж без природного газу. Додаток кисню в цьому варіанті зменшує значення коефіцієнту заміни коксу до 1,0 кг/кг, якщо частка природного газу залишається колишньою, а витрата його на 1 т чавуну знижується відповідно зі зменшенням питомої витрати дуття. Кожен додатковий відсоток сірки в мазуті знижує коефіцієнт заміни коксу мазутом на 3%. [19].

1.2.4. Аналіз застосування комбінованого рідкого палива

					КНУ.МР.136.25.503с.02.01.АСТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Відомі способи вдування відрізняються простотою, невеликими капіталовкладеннями і спрямовані на максимальне зменшення шкідливих викидів та забруднення навколишнього середовища [20].

За участю Інституту технології чавуну і сталі Технічного університету Гірничої академії Фрайберга, фірм "Eko-Stahl GmbH" в Азейнхюттенштадті, "STEIN Injection Technology" в Гевельсберзі і "Carbofer Verfahrenstechnik" в Меербуші був розроблений спосіб рециклінгу замасленої окалини в складі суміші Carbofer, що складається з пилу шреддінг-установок і замасленої окалини прокатних цехів. Промислові випробування проводилися в 1996 році на доменній печі № 6 заводу "Eko-Stahl" суміш вдувати через 4 фурми з загальною витратою 38 кг/т чавуну. На думку учасників експериментів, досліді показали принципову можливість вдування в доменні печі суміші Carbofer в кількості до 150-200 кг/т чавуну.

Спосіб утилізації замасленої окалини в суміші Carbofer є вдування її в електродугову піч. Фірма "ASW Sheerness Steel Ltd." (В ілі кобр Ітан) застосовує вдування цієї суміші з 1999 року на 20-тонної електродугової печі, що дозволяє на рік переробляти близько 5000 т суміші. Для транспортування суміші Carbofer сконструйована спеціальна система пневмотранспорту. За кілька років експлуатації дослідно-промислової установки, був випробуваний діапазон робочих режимів.

На заводі фірми в Шірнессе шлам на основі масловмісних окалини змішують з вуглецевмісним матеріалом і пилом електродугових печей, і отриману суміш вдувають в електродугову піч. Частка кожного компонента в суміші визначається параметрами робочого режиму плавки, а концентрації кожного компонента відповідали наступним межам: масловмісна прокатна окалина 20-80%; пил електродугових печей 0-60%; вуглець 15-25%; вапно 0-10% [21].

Фірма STEIN Injection Technology розробила технологію утилізації замасленої окалини шляхом вдування в електродугову піч суміші Sitfer, що складається з прокатної окалини, вапна і вугільного пилу, яка сприяє

					КНУ.МР.136.25.503с.02.01.АСТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

утворенню пінистого шлаку. В результаті досягається економія електроенергії, скорочується час виплавки і витрата електродів за рахунок технології спінювання шлаку, збільшується вихід рідкої сталі [22].

В даний час активно розвивається запропонована фахівцями концепція використання доменної печі як агрегату для глобального рециклінгу промислових і побутових відходів, в тому числі утилізації відпрацьованих моторних масел шляхом їх використання як рідкого палива для доменної печі.

У розвиток цієї концепції була поставлена мета - розробити спосіб спільної утилізації замасленої прокатної окалини і відпрацьованих моторних масел або інших нафтопродуктів шляхом отримання з них комбінованого рідкого доменного палива (КРДП) для вдування в фурми доменної печі. Цей спосіб дозволить переробляти в значних кількостях некондиційну металургійну сировину і промислові масловідходи з економією дефіцитного коксу і підготовленої окускованої залізорудної сировини. При цьому єдиним технічним питанням, що вимагає рішення, є отримання стабільного КРДП, яке можна вдувати в фурми доменних печей із повним спалюванням вуглеводнів, що містяться в ньому

Спонукальними мотивами для постановки такої мети послужили:

1. Досить великий позитивний досвід виробництва та використання паливних емульсій на основі мазутів і відпрацьованих моторних масел, що представляють собою стійкі до розшарування зворотні емульсії типу "вода в маслі", наявність диспергованої води в яких позитивно впливає на процеси їх згорання.
2. Численні результати досліджень вдування в фурми доменних печей дрібнодисперсних природних і техногенних залізовмістких матеріалів, як окремо, так і в суміші з вугільним пилом.
3. Наявність розробленої технології виробництва та практичний досвід застосування водовугільного палива ЕКОВВП. Досвід вивчення реологічних властивостей водовугільного палива з добавками артилерійського пороху.

					КНУ.МР.136.25.503с.02.01.АСТ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки до розділу

Аналіз технічних рішень утилізації некондиційних залізовмісних матеріалів на підприємствах чорної металургії демонструє технологічні труднощі та недоліки, пов'язані з утилізацією дрібнодисперсних залізовмісних відходів, особливо замасленої окалини.

Відомі технології утилізації замасленої окалини або призводять до підвищеного зносу устаткування і втрати енергетичного потенціалу масла, або до ускладнення технології виробництва та підготовки металургійної сировини. Багатоопераційність і висока енергоємність процесів збільшує витрати на переробку замасленої окалини. Разом з тим, з точки зору ресурсозбереження доцільність використання дрібної замасленої окалини очевидна.

Аналіз широко використовуваних видів палив як у вітчизняній металургії, так і за кордоном показав, що їх позитивними якостями є: для природного газу - простота подачі, транспортабельність, легкість в регулюванні теплового стану печі, стійкість повітряних фурм і форсункових пристроїв; для пиловугільного палива - економічність технології, можливість використання флюсуючих добавок у суміші з вугіллям; для рідкого палива - технологічність, транспортабельність, високий ступінь економії коксу в плавці і потенціал приходу тепла в горн, можливість утилізації різних відпрацьованих паливних і мастильних відходів і створення паливних композицій.

Недоліками - для пиловугільного палива є - дорога система приготування і подачі в доменну піч, можливість погіршення екологічної ситуації при транспортуванні і приготуванні, а також від неповноти спалювання при плавці, висока ступінь абразивності траси і пристроїв подачі, складність в регулюванні розподілу пиловугільного палива по повітряним фурмам; для рідкого палива (непідготовлений мазут) – можливість погіршення екології при випуску продуктів плавки та спалюванні доменного газу при використанні непідготовленого палива (це усувається практично повністю при

використанні тонкодисперсних водомазутних емульсій); для природного газу - низький потенціал приходу тепла в горн, що вимагає обов'язкового підвищення збагачення дуття киснем, а також деяке погіршення екології при випуску плавки і спалюванні доменного газу від неповноти газифікації в фурменому осередку.

Одже, обгрунтовано нагальну необхідність створення для доменної плавки універсальної паливної композиції, що поєднує позитивні аспекти індивідуальних паливних добавок з усуненням їх недоліків.

					КНУ.МР.136.25.503с.02.01.АСТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

РОЗДІЛ 2. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОТРИМАННЯ КОМБІНОВАНОГО РІДКОГО ПАЛИВА

2.1. Передумови до визначення складу КРДП

Виходячи з призначення, комбіноване рідке доменне поливо (КРДП) має представляти собою нерозшаровувану композиційну систему, яка має певний енергетичним потенціалом, достатньою плинністю для перекачування в технологічних трубопроводах і розпилювання форсунками. За реологічними властивостями вона має бути близьким до водно-дисперсного палива типу ЕКОВУТ. У зв'язку з цим, при відпрацюванні складу і властивостей КРДП орієнтуватись на його реологію та добру диспергованість форсунками.

Оскільки складовими КРДП є мілкодисперсна окалина і дві незмішані рідини - нафтопродукти і вода, то КРДП може являти собою тільки дисперсну паливну систему змішаного типу. У рідкій фазі палива, яка представляє собою зворотну емульсію (вода в маслі), має бути присутня мілкодисперсна тверда фаза (окалина). Тому така дисперсна система буде поєднувати в собі властивості емульсії і суспензії.

Більшість емульсій і суспензій є мікрогетерогенними і термодинамічно нестійкими системами. При тривалому зберіганні в них відбувається злиття і злипання частинок. Для підвищення їх стабільності застосовують поверхнево-активні речовини, високомолекулярні сполуки та тонкодисперсні порошки.

Питання отримання різного типу емульсій і суспензій добре вивчені і це дозволяють вирішувати широкий спектр завдань по створенню композиційних систем типу КРДП, до складу яких входять частки

окисленого металу, сорбованих ними нафтопродукти, вода і масловідходи.

	Застосування хімічних присадок не потрібно в силу того, що в мінеральних та синтетичних маслах присутні стабілізуючі з'єднання.				КНУ.МР.136.25.503с.02.02.ОТП				
Змн.	Арк.	Масштаб	Підпис	Дата					
Розроб.	Ляшко І.М.				ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОТРИМАННЯ КОМБІНОВАНОГО РІДКОГО ПАЛИВА		Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.	Сайтгареев Л.							30	20
Реценз.									
Н. Коитр.	Сайтгареев Л.				КНУ.МР.136.25.503с.02.02.ОМЧМ-24-1М				
Затверд.	Сайтгареев Л.	Підпис	Дата		2				

Нафтопродукти, що входять до складу замасленої окалини і масловідходів - це носії енергетичного потенціалу. Вода виконує роль активатора процесу розпилення і згоряння вуглеводневої частини. Окалина - це утилізований наповнювач і можливо, стабілізуючий агент. Кількість перерахованих компонентів в паливі може змінюватись у досить широких межах, викликаючи коливання теплоти згорання КРДП.

Для стабільності КРДП потрібно забезпечити високий ступінь диспергування води в масловідходах. Крім цього, істотні обмеження накладаються на максимальний розмір часток окалини, яка має дуже високу щільність. Це пов'язано з тим, що сили гравітації, що діють на частинки окалини певного розміру, за будь яких умов будуть перевищувати ван-дер-ваальсові сили взаємодії, що призведе до втрати паливом стійкості до розшарування.

Обмеження по в'язкості представляється найменш критичними. Дослідження в області отримання воднодисперсних систем різних типів з твердою фазою показують, що задовільна плинність системи має місце у випадках, коли об'ємний вміст твердої дисперсної фази не перевищує 65-70%.

У разі КРДП, коли дисперсійним середовищем є масловідходи, їх частка в складі палива повинна бути не менше 30-35%. Решта 65-70% припадають на сумарну кількість води, безводну засмаслену окалину і мехдомішок, які зазвичай присутні в масловідходах. Тільки в цьому випадку можна реально розраховувати на отримання палива з прийнятною в'язкістю.

За своєю структурою КРДП має певну схожість з водомазутним паливом, що представляє собою зворотну емульсію. Дослідження зі спалювання водомазутних емульсій показують, що поліпшення умов спалювання спостерігаються при вмісті диспергованої води на рівні 10-20%. При цьому вода, присутня в мазуті, потрапляючи в область високих температур і випаровуючись, сприяє додатковому подрібненню крапель мазуту, що інтенсифікує процес горіння [23].

					КНУ.МР.136.25.503с.02.02.ОТП	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так як механізм горіння палива КРДП аналогічний процесу горіння водомазутного палива, можна очікувати, що і для створюваного КРДП оптимальний вміст води може знаходитися поблизу зазначених меж.

Таким чином, проглядається наступний орієнтовний гіпотетичний склад КРДП, що відповідає поставленим вимогам: масловідходів $\sim 30-35\%$, вода $\sim 15-20\%$ і безводна замаслена окалина $\sim 40-50\%$.

Можна очікувати, що КРДП такого складу буде мати досить високий енергетичний потенціал, мати прийнятну в'язкість і забезпечить ефективну утилізацію замасленої окалини і масловідходів.

2.2. Обґрунтування складу і властивостей композицій палива

Вимоги до палива по реологічним властивостями полягають в тому, щоб ці властивості забезпечували нормальну подачу, розпил палива і спалювання.

У загальному випадку реологічні властивості палива КРДП залежать від співвідношення компонентів у паливі, величини водовмісту, концентрації твердої фази і нафтопродуктів в компонентах, а також температури палива. Тобто, ефективна в'язкість КРДП є функцією восьми взаємозалежних змінних, і провести повний розрахунок з дрібним кроком зміни кожного параметра на даному етапі досліджень не представляється можливим. Для скорочення обсягу досліджень доцільно зменшити число незалежних змінних до розумної межі і провести обчислення з укрупненим кроком, з тим, щоб отримати оціночні результати.

У розрахунках приймемо такі обмеження, засновані на властивостях досліджених проб компонентів палива:

- вміст мехдомішок в масловідходах не змінюється і становить 1% від маси масловідходів;
- відношення маси нафтопродуктів до маси оксидів металу в замасленої окалині постійно і однаково 41,5%.

Основною вимогою до палива КРДП є, дотримання умови, щоб його ефективна в'язкість, враховуючи 10%-ву точність обчислення, була не вище $0,55 \pm 0,05 \text{ Па}\cdot\text{с}$.

При проведенні розрахунків по черзі варіювався один з параметрів компонентів палива або самого палива, зберігаючи інші показники на постійному рівні. Результати виконаних таким чином розрахунків наведені в таблиці 2.1.

Наведені дані показують, що тільки дві композиції КРДП при температурі 20 °С строго задовольняють заданим вимогам. Насправді їх значно більше, якщо розглядати всі можливі варіанти складу КРДП. Але тут хотілося б зупинитися на іншому. При температурі 40 °С вже 17 композицій КРДП (або майже 70%) мають ефективну в'язкість нижче допустимої, а при температурі 60 °С всі композиції відповідають встановленим критерієм. Таким чином, якщо в доменну піч подавати нагріте до температури 60 °С і більше, паливо КРДП, то практично при будь якому його складі будуть забезпечені необхідні умови для розпилення і спалювання.

Таблиця 2.1

Модельні композиції КРДП

					КНУ.МР.136.25.503с.02.02.ОТП	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№ №	Склад замасленої окалина,%			Склад масловідходів,%			Склад КРДП, %		Ефективна в'язкість КРДП при 100с ⁻¹ , Па * с			Теплота згорання КРДП,М Дж/кг
	вода	окалина	Нафтопродукти	вода	Мехпріме-си	масло	Окалина	масловідходи	20°С	40°С	60°С	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	35,0	45,9	19,1	10,0	1,0	89,0	70	30	1,27	0,54	0,28	15,35
2	20,0	56,5	23,5	10,0	1,0	89,0	70	30	0,97	0,43	0,24	16,83
3	14,0	60,8	25,2	10,0	1,0	89,0	70	30	0,78	0,36	0,20	17,43
4	35,0	45,9	19,1	20,0	1,0	79,0	70	30	1,49	0,63	0,33	14,07
5	20,0	56,5	23,5	20,0	1,0	79,0	70	30	1,21	0,54	0,30	15,56
6	14,0	60,8	25,2	20,0	1,0	79,0	70	30	1,01	0,46	0,25	16,16
7	35,0	45,9	19,1	10,0	1,0	89,0	50	50	0,64	0,27	0,14	21,06
8	20,0	56,5	23,5	10,0	1,0	89,0	50	50	0,57	0,25	0,13	22,13
9	14,0	60,8	25,2	10,0	1,0	89,0	50	50	0,53	0,23	0,12	22,55
10	35,0	45,9	19,1	30,0	1,0	69,0	70	30	1,75	0,73	0,38	12,80
11	20,0	56,5	23,5	30,0	1,0	69,0	70	30	1,51	0,66	0,36	14,29
12	14,0	60,8	25,2	30,0	1,0	69,0	70	30	1,30	0,58	0,32	14,88
13	35,0	45,9	19,1	30,0	1,0	69,0	50	50	0,97	0,40	0,20	16,82
14	20,0	56,5	23,5	30,0	1,0	69,0	50	50	0,92	0,39	0,20	17,88
15	14,0	60,8	25,2	30,0	1,0	69,0	50	50	0,88	0,37	0,20	18,31
16	35,0	45,9	19,1	50,0	1,0	49,0	70	30	2,42	1,00	0,52	10,25
17	20,0	56,5	23,5	50,0	1,0	49,0	70	30	2,34	1,01	0,54	11,74
18	14,0	60,8	25,2	50,0	1,0	49,0	70	30	2,16	0,95	0,52	12,34
19	35,0	45,9	19,1	50,0	1,0	49,0	50	50	1,46	0,59	0,30	12,58
20	20,0	56,5	23,5	50,0	1,0	49,0	50	50	1,47	0,61	0,31	13,64
21	14,0	60,8	25,2	50,0	1,0	49,0	50	50	1,46	0,61	0,32	14,06
22	50,0	35,3	14,7	50,0	1,0	49,0	50	50	1,39	0,55	0,27	11,51
23	50,0	35,3	14,7	50,0	1,0	49,0	70	30	2,23	0,89	0,44	8,77
24	50,0	35,3	14,7	10,0	1,0	89,0	70	30	1,34	0,55	0,28	13,86
25	50,0	35,3	14,7	20,0	1,0	79,0	80	20	2,22	0,90	0,46	9,94
26	20,0	55,0	25,0	10,0	0,0	90,0	71,4	28,6	0,97	0,43	0,24	17,02
27	20,0	55,0	25,0	20,0	0,0	80,0	71,4	28,6	1,20	0,53	0,29	15,80
28	30,0	60,0	10,0	10,0	0,0	90,0	71,4	28,6	1,60	0,71	0,39	12,56
29	30,0	60,0	10,0	20,0	0,0	80,0	71,4	28,6	1,90	0,84	0,46	11,35
30	30,0	50,0	20,0	10,0	0,0	90,0	71,4	28,6	1,26	0,55	0,29	15,42

2.3 Аналіз варіантів технології виробництва КРДП

В загальному випадку технологія отримання КРДП повинна включати наступну послідовність операцій:

- прийом компонентів;
- підготовку компонентів;
- подачу компонентів у диспергуючий апарат;
- отримання палива;
- накопичення і рециркуляція палива;
- подачу палива до доменної печі.

Як показали дослідження, для отримання стабільного КРДП з високим ступенем дисперсності води можуть бути застосовані стандартні диспергуючі пристрої (емульгатори) або високооборотні машини, в яких має місце інтенсивне турбулентне перемішування оброблюваної рідини. До числа апаратів, здатних забезпечити отримання КРДП відносяться роторно-пульсаційні емульгатори, турбулізатори і центробіжні насоси. Переходячи до розгляду основ технології одержання КРДП з урахуванням отриманих результатів досліджень, необхідно взяти до уваги наступне:

1. Реологічні властивості КРДП дуже термочутливі: при температурі менше 10 °С ефективна в'язкість палива при швидкості зсуву 100 с⁻¹ піднімається до рівня 2,5 Па*с і більше, що вкрай негативно впливає на режими його приготування і транспортування, а також підвищує витрати енергії на ці операції.
2. Чим вище температура компонентів палива, тим ефективніше йде процес диспергування води в масловідходах. Проте, з урахуванням забезпечення стабільності палива оптимальним діапазоном температур для виробництва КРДП можна вважати інтервал - від 20 до 40 °С.
3. Стабільність КРДП підвищується зі зменшенням температури, що пов'язано з ростом в'язкості і, отже, зі зниженням швидкості осідання частинок дисперсної фази (окалини і води).

					КНУ.МР.136.25.503с.02.02.ОТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

4. При підвищеній температурі палива (більше 60 °С) різниця поверхневого натягу води і масловідходів знижується, що може привести до виникнення коалесценції глобул.
5. При негативних температурах КРДП втрачає властивості рідини. Цикли заморозки і відтавання КРДП неприпустимі.
6. Установка з виробництва палива КРДП повинна розміщуватися в опалюваному приміщенні з температурою повітря не нижче +10 °С.
7. При подачі КРДП в доменну піч його температуру перед форсункою доцільно підняти до рівня 60-90 °С з метою зниження ефективної в'язкості і поліпшення умов розпилення;

В залежності від конкретних виробничих і економічних умов можливі 4 варіанти побудови технологічного процесу одержання КРДП:

1. Отримання КРДП із сировинних компонентів з довільним складом і характеристиками;
2. Отримання КРДП з постійними реологічними і теплотехнічними властивостями;
3. Отримання КРДП з максимальним використанням замасленої окалини;
4. Отримання КРДП з крупної замасленої окалини.

2.3.1 Отримання КРДП з компонентів з довільними характеристиками

Дана технологія найбільш проста і практично не накладає ніяких обмежень на склад і властивості компонентів, за винятком максимального розміру часток окалини, який не повинен перевищувати величину 50-100 мкм.[5]

Технологічний процес отримання палива полягає в попередньому змішуванні замасленої окалини з масловідходами, подачу гомогенізованої суміші в диспергуючий апарат або пристрій і перекачування готового палива в резервуари зберігання. Принципова схема технологічного процесу приведена на рисунку 2.1

					<i>КНУ.МР.136.25.503с.02.02.ОТП</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

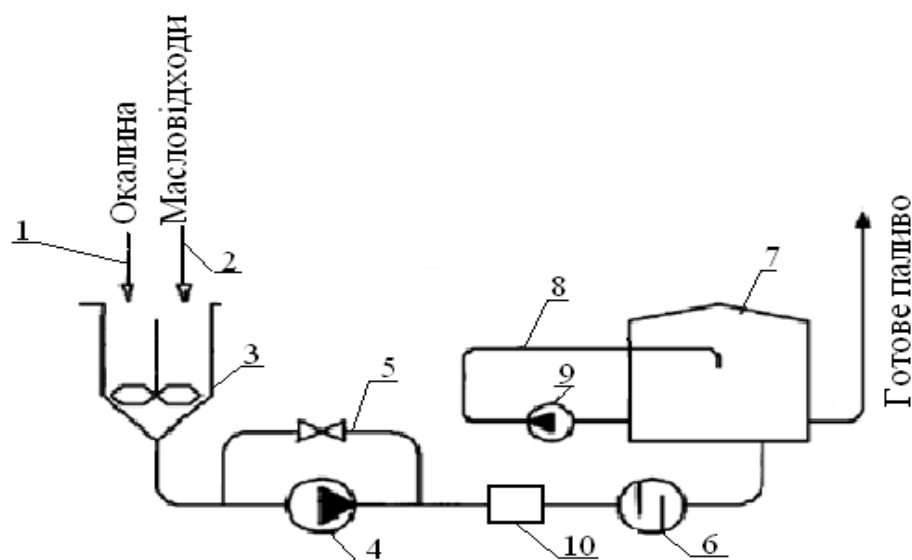


Рисунок 2.1 - Принципова схема технологічного процесу отримання КРДП з довільними характеристиками

1.Лінія подачі замасленої окалини; 2.Лінія подачі масло- відходів;
3.Змішувач; 4.Насос; 5.Байпасна лінія з регулюючим вентилем; 6.Мазутний фільтр; 7. Резервуар; 8. Лінія рециркуляції; 9.Насос; 10.Турбулізатор

Замаслена окалина і маслові відходи по лініях 1 і 2 при температурі 15-25 °С дозовано подаються в змішувач 3, де сировинні компоненти палива ретельно перемішуються, на виході змішувача утворюється гомогенна суміш, яка під дією статичного перепаду тиску надходить на вхід центробіжного насоса 4, в якому і відбувається приготування КРДП. Насос 4 має байпасну лінію 5 з регулюючим вентилем, по якій частина (до 2/3) готового палива повертається на всмоктувальну лінію насоса з тим, щоб збільшити час динамічного впливу на оброблюване середовище. Далі паливо насосом 4 перекачується по трубопроводу в ємність - накопичувач 7, пройшовши попередньо через мазутний фільтр тонкого очищення 6, в якому затримуються великі частки окалини та інші сторонні включення. Ємність 7 доцільно обладнати лінією рециркуляції 8 з насосом 9, яка служить для перемішування палива в резервуарі і запобігання його розшаровування в разі нештатних ситуацій (зберігання понад нормативний термін, подача в установку некондиційних компонентів та інше).

					КНУ.МР.136.25.503с.02.02.ОТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Якщо ємність 7 розташована безпосередньо поблизу установки з виробництва КРДП, то необхідно передбачити ще один насосний агрегат для подачі палива до доменної печі.

При розташуванні резервуара 7 біля доменній печі і рециркуляційної схемою подачі палива, функції насоса 9 може виконувати насосний агрегат, що подає паливо на спалювання.

Для підвищення якості палива послідовно з насосом 4 на напірній лінії можна встановити турбулізатор 10, що представляє собою місцевий опір, наприклад перехід з малого діаметра на більший (з Ду на (2-3) Ду, довжина врізання повинна дорівнювати більшому діаметру). Температуру палива доцільно підтримувати на рівні не нижче 10 °С, з тим, щоб паливо зберігало прийнятну текучість. З цією метою резервуар-сховище краще розміщувати в опалюваному приміщенні, а в разі встановлення його на вулиці-обладнати системою обігріву, наприклад, паром і теплоізолювати.

Ємність резервуара визначається виходячи з мінімально необхідного запасу палива на випадок аварійних зупинок і регламентних робіт. На лінії подачі палива в доменну піч рекомендується встановити підігрівач для підвищення температури палива до 60-90 °С і зниження його в'язкості.

Безсумнівною перевагою даної технологічної схеми є простота, легкість обслуговування, висока надійність, мінімальні потреби у контролі і регулюванні технологічних параметрів, низькі витрати на основне обладнання та експлуатаційні витрати.

До недоліків даної системи слід віднести, в першу чергу, непостійність реологічних характеристик і теплоти згорання палива. Перше може негативно проявитися при перекачуванні по трубопроводу великої довжини і подачі палива на спалювання, а друге - в порушенні стаціонарності теплового режиму в зоні горіння комбінованого палива.

					КНУ.МР.136.25.503с.02.02.ОТП	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.2 Отримання палива з постійними реологічними і теплотехнічними властивостями

Цей варіант технології може знайти застосування в разі чутливості основного процесу виплавки чавуну до зміни теплоти згорання КРДП, що подається в піч, яка може змінюватися від 8,8 до 22,5 МДж/кг і вище. Дана технологія також орієнтована на утилізацію дрібної окалини і не набагато складніше першого варіанту отримання КРДП з довільними характеристиками, хоча і включає в себе елементи стабілізації складу і властивостей сировинних компонентів по водовмісткості.

Процес отримання палива полягає в приведенні водовмісткості окалини і масловідходів до деяких постійних значень незалежно від вхідних параметрів, змішуванні компонентів, обробки суміші в диспергуючих апаратах і подачу готового палива в резервуари зберігання.

Рівні вологості до яких слід довести окалину і масловідходи визначаються залежно від конкретних завдань, що вирішуються при використанні нового виду палива, вихідних властивостей сировини і виходячи з умови мінімізації витрат на модифікацію компонентів.

Результати цих досліджень дозволяють рекомендувати, в разі реалізації даної технології, рівень водовмісткості замасленої окалини доводити до 35%, якщо її вологість непостійна і перевищує 40 - 50%, а масловідходів - до 20%, при співвідношенні компонентів - 70 до 30% відповідно. Якщо ж на вхід установки стабільно надходить попередньо зневоднена до 20-30% замаслена окалина, то необхідність у регулюванні водовмісткості окалини відпадає. Принципова схема технологічного процесу приведена на рисунку 2.2

					КНУ.МР.136.25.503с.02.02.ОТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

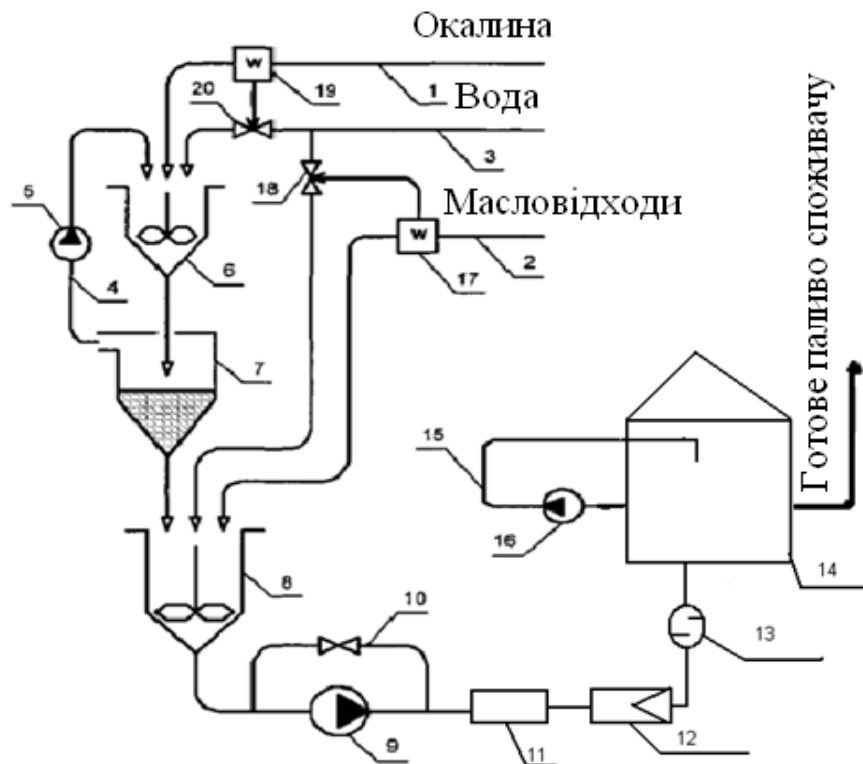


Рисунок 2.2 - Принципова схема технологічного процесу отримання КРДП з постійними реологічними і теплотехнічними властивостями

- 1.Лінія подачі замасленої окалини; 2. Лінія подачі масловідходів; 3. Лінія подачі технічної води; 4. Лінія повернення освітленої води; 5. Насос; 6. Змішувач; 7. Гравітаційний згущувач; 8. Змішувач; 9. Наосос; 10. Байпасова лінія з регулюючим вентилем; 11. Турбулізатор; 12. Витратомір; 13. Мазутний фільтр; 14. Резервуар; 15. Лінія рециркуляції; 16. Насос; 17. Вологомір масловідходів; 18. Регулюючий вентиль; 19. Вологомір окалини; 20. Регулюючий вентиль

Замаслена окалина по лінії 1 подається в змішувач 6, який призначений для стабілізації параметрів цього компонента. У змішувачі 6 вологість окалини доводиться до 70% за рахунок подачі в нього додаткової кількості технічної води з лінії 3 і освітленої води з гравітаційного згущувача 7 по лінії 4 за допомогою насоса 5. Зміна подачі технічної води при флуктуаціях водовмісткості в окалині здійснюється регулюючим вентилем 20 по сигналу вологоміра 19. Зі змішувача 6 суміш самопливом надходить в гравітаційний згущувач 7 в якому відбувається розділення води і окалини. В згущувачі 7

					КНУ.МР.136.25.503с.02.02.ОТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

водовміщення замасленої окалини знижується до 35% і надалі підтримується на цьому рівні. Освітлена вода, як уже зазначалося, повертається в цикл, витрачаючись на розведення вихідної окалини.

Зі згущувача 7 згущена окалина надходить в змішувач 8, Туди ж подаються масловідходи по лінії 2 і технічна вода з лінії 3. Витрата води регулюється вентилем 18 по сигналу з вологоміра 17. Кількість води, що подається залежить від вологості масловідходів, і компенсує її нехватку при водовмісткості менше, прийнятих в даному випадку, 20%.

В результаті, в змішувачі 8 готується суміш окалини, масловідходів і води, яка характеризується постійною вологістю, концентрацією твердої фази і вмістом нафтопродуктів. Можливими коливаннями частки нафтопродуктів у замасленій окалині в даному випадку можна знехтувати, оскільки регулювати цей параметр не представляється можливим.

Далі процес отримання палива КРДП повторює технологію № 1, а схеми ділянок від основного змішувача і далі повністю збігаються. Єдине що відрізняє їх - це те, що на лінії подачі готового КРДП в резервуар 14 доцільно встановити витратомір 12, слугуючий для контролю параметрів роботи установки. Як витратомір можна застосувати попередньо відтаровану калібровану діафрагму. Все інше, справедливо і для схеми № 2.

При обході ділянки стабілізації властивостей компонентів, технологія отримання КРДП трансформується в процес за схемою № 1

В результаті на виході установки, в рамках прийнятих вихідних даних, виходить паливо з теплотою згорання 14,1 МДж/кг, в'язкістю - 0,2 Па*с, водовмісткістю - 30,5%, концентрацією окалини - 32,5% і загальним вмістом нафтопродуктів - 37,0%.

Процес можна налаштувати і на більш високу вологість масловідходів, наприклад 50%. В цьому випадку відпаде необхідність у попередньому зневодненні масловідходів, але якість палива буде нижчою. Так при 35% водовмісткості замасленої окалини, і тому ж співвідношення компонентів можна отримувати паливо з теплотою згорання 10,3 МДж/кг, в'язкістю при 80

					КНУ.МР.136.25.503с.02.02.ОТП	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

°C - 0,3 Па * с, водовмісткістю - 39,5%, концентрацією окалини - 32,5% і загальним вмістом нафтопродуктів - 28,0%. Поліпшити показники якості палива можна шляхом зміни співвідношення компонентів. При збільшенні частки масловідходів до 50%, отримаємо теплоту згорання 12,6 МДж/кг, а в'язкість - 0,17 Па * с. Проте коефіцієнт утилізації окалини при цьому знижується.

Перевагою даної технології є можливість забезпечити виробництво стабільного комбінованого палива з постійними реологічними і теплотехнічними властивостями незалежно від вхідних характеристик сировинних компонентів, низька капіталомісткість і простота обслуговування.

До недоліків даної системи можна віднести умовні вимоги до верхньої межі по обводненню масловідходів, хоча це, як було показано вище, не критично, а також та обставина, що для нормального функціонування такої технології необхідна система автоматизації ділянки стабілізації складу і властивостей компонентів, що вимагає додаткових витрат [5].

2.3.3 Отримання палива з максимальним коефіцієнтом використання замасленої окалини

Цей варіант технології дозволяє істотно підвищити коефіцієнт використання дрібнодисперсної (менше 50-100 мкм) замасленої окалини і відмовитися від її попереднього згущення.

Доцільність розгляду даного варіанту обумовлена, перш за все, тим, що обсяги утвореної при металургійному виробництві замасленої окалини значно перевершують кількості наявних у розпорядженні масловідходів. Ця технологія може розглядатися, як удосконалений варіант технології № 2, в якій ділянку стабілізації водовмісткості окалини замінено блоком її зневоднення.

У разі реалізації технології одержання КРДП за цим способом також зберігається можливість стабілізації реологічних і теплотехнічних властивостей КРДП.

					КНУ.МР.136.25.503с.02.02.ОТП	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Процес отримання палива полягає в зневодненні вихідної замасленої окалини до водовмісткості рівної вологоємності і приведення вологості масловідходів до деякого постійного значення, змішування підготовлених компонентів, їх обробку в диспергаторі і подачу готового палива в резервуари зберігання.

Принципова схема технологічного процесу приведена на рисунку 2.3

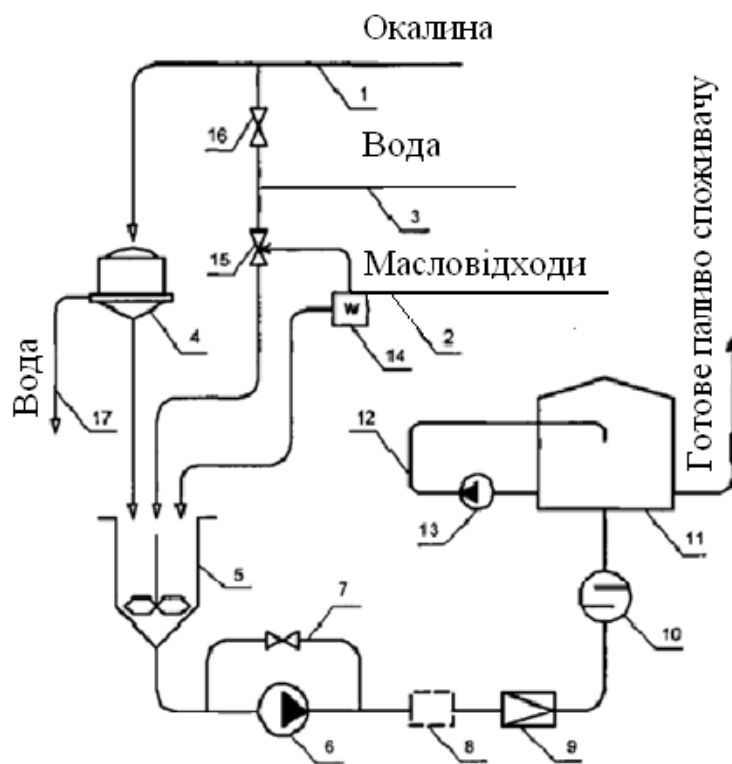


Рисунок 2.3 – Принципова схема технологічного процесу отримання КРДП з максимальним коефіцієнтом використання замасленої окалини

1. Лінія подачі замасленої окалини; 2. Лінія подачі масло відходів; 3. Лінія подачі технічної води; 4. Фільтруюча центрифуга; 5. Змішувач; 6. Насос;
7. Байпасна лінія з регулюючим вентилем; 8. Турбулізатори; 9. Витратомір;
10. Мазутний фільтр; 11. Резервуар; 12. Лінія рециркуляції; 13. Насос;
14. Вологомір масло відходів; 15. Регулюючий вентиль; 16. Регулюючий вентиль; 17. Лінія повернення води.

Схема функціонує наступним чином. Замаслена окалина, що подається в процес по лінії 1, розбавляється технічною водою з лінії 3 до вологості

близько 70%. Кількість введеної в окалину води регулюється вентилем 16. Необхідності в автоматичному регулюванні величини водовмісткості в окалині немає. Тому достатньо, щоб витрата води підтримувався на деякому постійному рівні, що забезпечує розведення окалини до заданих режимною картою меж. Далі розбавлена окалина надходить в фільтруючу центрифугу 4, де тверда фаза згущується до вологості приблизно 14-15% і направляється в змішувач 5.

Відокремлена в центрифугі вода по лінії 17 може повертатися в основний процес. Одночасно з окалиною в змішувач 5 подаються масловідходи по лінії 2 і технічна вода з лінії 3. Витрата води регулюється вентилем 15 по сигналу з вологоміра 14 і залежить від вологості масловідходів і величини граничної вологості масловідходів.

В результаті, в змішувачі 5 готується суміш окалини, масловідходів і води, яка характеризується постійною вологістю, концентрацією твердої фази і вмістом нафтопродуктів. Коливаннями вмісту нафтопродуктів в замасленій окалині, як і в другому варіанті технології, нехтуємо.

Залежно від розв'язуваних завдань і, відповідно, до заданих технологічних параметрів схема № 3 дозволяє отримати широкий спектр композицій КРДП. У таблиці 2.2 наведені характеристики палива КРДП, яке можна виробляти за цим варіантом.

Перевагою даної технології є можливість збільшення обсягів переробки замасленої окалини при інших рівних умовах, забезпечуючи при цьому виробництво стабільного комбінованого палива з постійними реологічними і теплотехнічними властивостями незалежно від вхідних характеристик сировинних компонентів.

Таблиця 2.2

Модельні композиції палив які отримують при технології виробництва КРДП з максимальним використанням замасленої окалини

					КНУ.МР.136.25.503с.02.02.ОТП	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	Водовмісткість масловідходів, %	Вміст в КРДП згущеної окалини, %	Параметри КРДП				
			Теплота згорання, МДж/кг	В'яз- кість, при 80°C	Вода	Окалина	Нафто- продукти
1	10	80	14,87	0,17	13,2	48,8	38,0
2	10	70	17,43	0,13	12,8	42,8	44,4
3	10	60	19,99	0,10	12,4	36,9	50,7
4	20	80	14,02	0,21	15,2	48,8	36,0
5	20	70	16,16	0,16	15,8	42,8	41,4
6	20	60	18,29	0,12	16,4	36,9	46,7
7	30	70	14,88	0,20	18,8	42,8	38,4
8	30	60	16,60	0,15	20,4	36,9	42,7
9	30	50	18,31	0,12	22,0	30,9	47,1
10	50	70	12,34	0,32	24,8	42,8	32,4
11	50	60	13,20	0,24	28,4	36,9	34,7
12	50	50	14,06	0,19	32,0	30,9	37,1

До недоліків даної принципової схеми слід віднести ускладнення процесу в порівнянні з варіантами № 1 і № 2, а також необхідність у створенні системи автоматизації ділянки стабілізації властивостей масловідходів. Крім того, помітно збільшуються витрати на основне обладнання [5, 24].

2.3.4 Отримання палива на основі крупної замасленої окалини

Цей варіант технології являє собою узагальнену універсальну схему отримання комбінованого палива, інтегруючи в собі всі попередні варіанти, і дозволяє включити в процес утилізації крупну замаслену окалину з розміром частинок до 20-25 мм.

Дана технологія не накладає ніяких обмежень на склад і властивості сировинних компонентів палива КРДП.

Технологічний процес отримання палива включає наступні операції:

- прийом і подачу замасленої окалини крупністю мінус 20-25 мм на ділянку подрібнення;
- подрібнення окалини до розміру мінус 50-100 мкм;

					КНУ.МР.136.25.503с.02.02.ОТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- подачу подрібненої окалини на ділянку згущення;
- згущення окалини і подача її в блок попереднього змішування;
- прийом і подачу масловідходів в блок попереднього змішування;
- регулювання і підтримка на постійному рівні вмісту води в суміші окалини і масловідходів;
- гомогенізацію суміші окалини і масловідходів в блоці попереднього змішування і подача суміші у вузол диспергування;
- отримання готового палива КРДП в емульгуючому апараті;
- акумулювання готового палива.

Принципова схема технологічного процесу приведена на рисунку 2.4.

Паливо отримують наступним чином. Замаслена окалина з розміром шматків до 20-25 мм по лінії 1 надходить в млин 4, наприклад кульовий, одночасно подається технічна вода з лінії 3. У млині 4 підтримується вологість на рівні 60-70% (оптимальне співвідношення окалини і води може бути встановлено експериментально при визначенні робочих параметрів того чи іншого подрібнюючого пристрою). Кількість введеної в млин 4 води регулюється вентилем 17. Як і у варіанті № 3 достатньо, щоб витрата води підтримувався на постійному рівні, що забезпечує прийнятну вологість у млині 4. Подрібнена до розміру мінус 50-100 мкм і розбавлена окалина самопливом надходить в фільтруючу центрифугу 5, де тверда фаза згущується до вологості 14-15% і далі направляється у змішувач 7. Відокремлена в центрифусі вода по лінії 17 повертається в основний процес. Одночасно в змішувач 6 подаються масловідходи по лінії 2 і технічна вода з лінії 3 для стабілізації вмісту води в змішувачі 6. Витрата води регулюється вентилем 15 по сигналу з вологоміра 14 і залежить від вихідної вологості масловідходів та вибраних параметрів процесу.

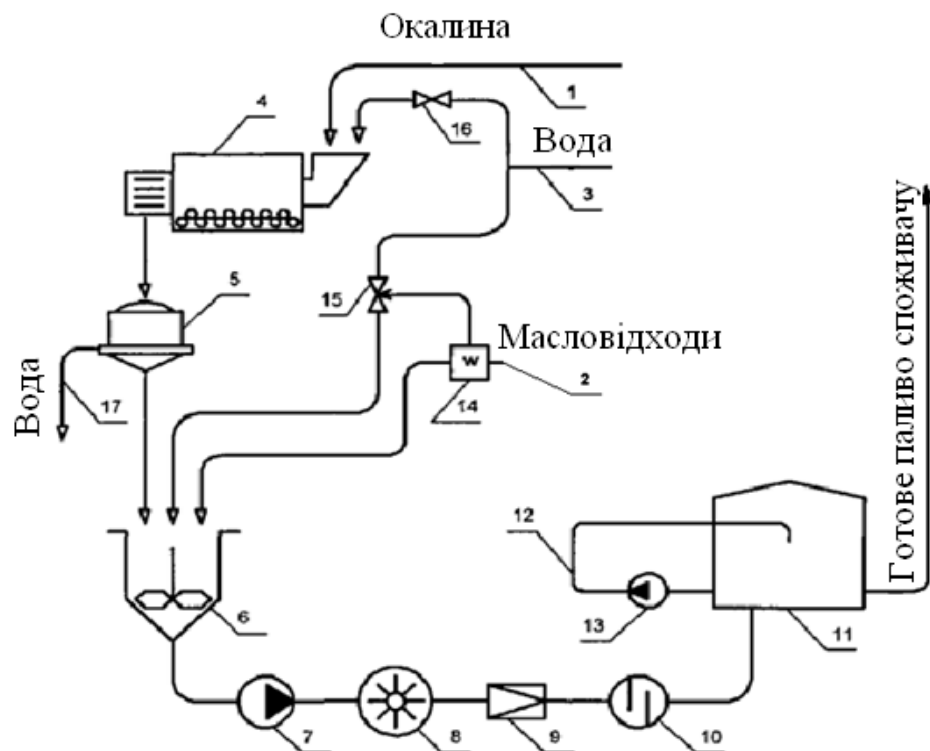


Рисунок 2.4 – Принципова схема технологічного процесу отримання КРДП на основі крупної замасленої окалини

- 1.Лінія подачі замасленої окалини; 2.Лінія подачі масло відходів; 3.Лінія подачі технічної води; 4.Млин; 5.Фільтруюча центрифуга; 6.Змішувач;
- 7.Насос; 8.Емульгатор; 9.Витратомір; 10.Мазутний фільтр; 11.Резервуар;
- 12.Лінія рециркуляції; 13.Насос; 14.Вологомір масло- відходів;
- 15.Регулюючий вентиль; 16.Регулюючий вентиль; 17.Лінія повернення води

У змішувачі 6 отримують гомогенізовану суміш окалини, масловідходів і води, що має на виході постійну вологість, концентрацію твердої фази і вміст нафтопродуктів.

Зі змішувача 6 суміш компонентів надходить на вхід насоса 7, який під тиском прокачує її через роторно-пульсаційний апарат 8, в якому відбувається додаткове тонке диспергування водної фази, тобто перетворення суміші в паливо КРДП. Далі готове паливо, пройшовши через витратомір 9 і мазутний фільтр 10, в якому уловлюються випадкові великі частки, надходить в резервуар - сховище 11, обладнаний лінією рециркуляції 12 з насосом 13, і далі в систему подачі палива в доменну піч.

Очевидно, що розглянута технологія є найбільш універсальною і гнучкою, дозволяє переробляти замаслену окалину будь-яких розмірів, забезпечуючи при цьому виробництво стабільного комбінованого палива з постійними реологічними і теплотехнічними властивостями незалежно від вхідних характеристик сировинних компонентів.

До недоліків даного варіанту технології можна віднести достатню складність процесу, необхідність у створенні системи автоматизації і контролю технологічних параметрів, а також високі капітальні вкладення у створення установки в порівнянні з більш простими варіантами схем отримання палива КРДП.

Проведені дослідження показали, що з точки зору необхідних реологічних властивостей КРДП на склад його компонентів і на склад самого палива практично не накладаються якісь серйозні обмеження. Будь-які відхилення активної в'язкості КРДП (в бік її збільшення) можна компенсувати зміною температурного режиму приготування та подачі палива на спалювання [5, 25].

Висновки до розділу

Обов'язковою умовою отримання стабільного не розшаровуючогося КРДП є вміст зв'язаної води в масловідходах і замасленій окалині 10-15% і не менше 15% відповідно. В якості основного критерію регулювання властивостей палива виступає в'язкість, відхилення якої можна коректувати зміною температурного режиму приготування та подачі палива на спалювання. Оптимальний діапазон температури приготування стабільного КРДП 20-40 °С, а максимальне диспергування при подачі на спалювання КРДП забезпечується при 60-90 °С.

Завдання визначення складу палива КРДП і його реологічних властивостей, а також ступеня підготовки вихідних компонентів до утилізації

					КНУ.МР.136.25.503с.02.02.ОТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

переходить в область технічних можливостей і техніко-економічної доцільності використання того чи іншого складу палива.

На основі досліджень реологічних властивостей КРДП для різних конкретних виробничих та економічних умов запропоновані чотири варіанти технологічної схеми виробництва КРДП:

- з сировинних компонентів з довільним складом і характеристиками;
- з постійними реологічними і теплотехнічними властивостями;
- з максимальним вмістом замасленої окалини;
- з великої замасленої окалини.

Технологія отримання КРДП на основі замасленої окалини і масловідходів може бути досить простою і багато в чому схожою з відпрацьованою і використовуваною технологією виробництва водомазутного палива, що базується на використанні стандартних емульгуючих апаратів будь-якого принципу дії.

					КНУ.МР.136.25.503с.02.02.ОТП	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КРДП

3.1. Вдування КРДП в фурму доменної печі

Для приготування КРДП використовували замаслену окалину з вмістом води 47% і мастила 16% (при 20 °С) і масловідходи з вмістом води 10% (при 70 °С) в масовому співвідношенні 1:1. Отримання КРДП проводилося шляхом рециркуляції (рисунок 3.1) компонентів палива за допомогою центробіжного насоса та стаціонарної ємності протягом 3 – 4 годин. Відбір проб проводився 3 рази після першого, другого і третього часу роботи установки.

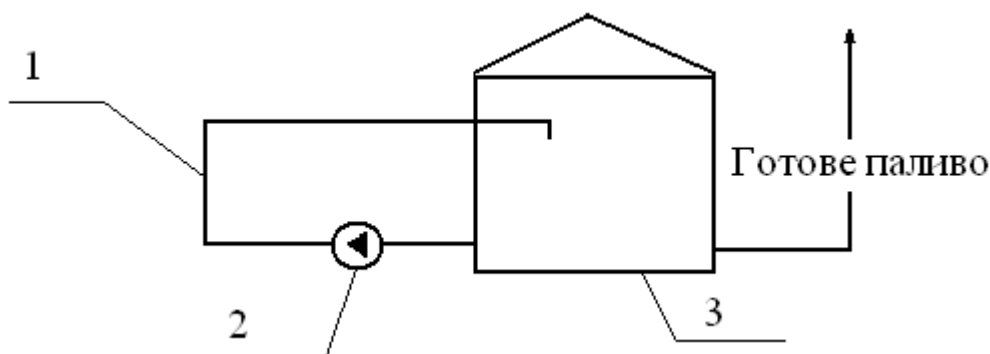


Рисунок 3.1-Принципова схема підготовки КРДП до вдування в доменну піч

1.Лінія рециркуляції; 2.Центробіжний насос; 3.Резервуар

Отримане КРДП являло собою гомогенну, текучу рідину чорного кольору наступного складу: 30% води, 22% окалини, 48% нафтопродуктів. Щільність КРДП дорівнює 1,13 т/м³. Седиментаційну стабільність палива визначали візуальним способом. Протягом доби спостерігалось утворення осаду тільки в першій пробі, отриманої після першої години перемішування, а в інших пробах утворення осаду не спостерігалось.

		Подача палива здійснювалася за допомогою діючої системи вдування		КНУ.МР.136.25.503с.02.03.ОВК		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Відпрацювання тривало 11 год. 20 мин. 11 сек. - 11 год. 20 мин. 11 сек. - 11 год. 20 мин. 11 сек.	
Розроб.	Ляшко І.М.				Літ.	Арк.
Перевр.	Савтарев І.	схематично представлено на рисунку 3.2			Літ.	Арк.
Реценз.					Літ.	Арк.
Н. Коитр.	Сайтгареев Л.				Літ.	Арк.
Затверд.	Савтарев С.Г.	Підпис	Дата	КНУ.МР.136.25.503с.02.03.ОВК		2

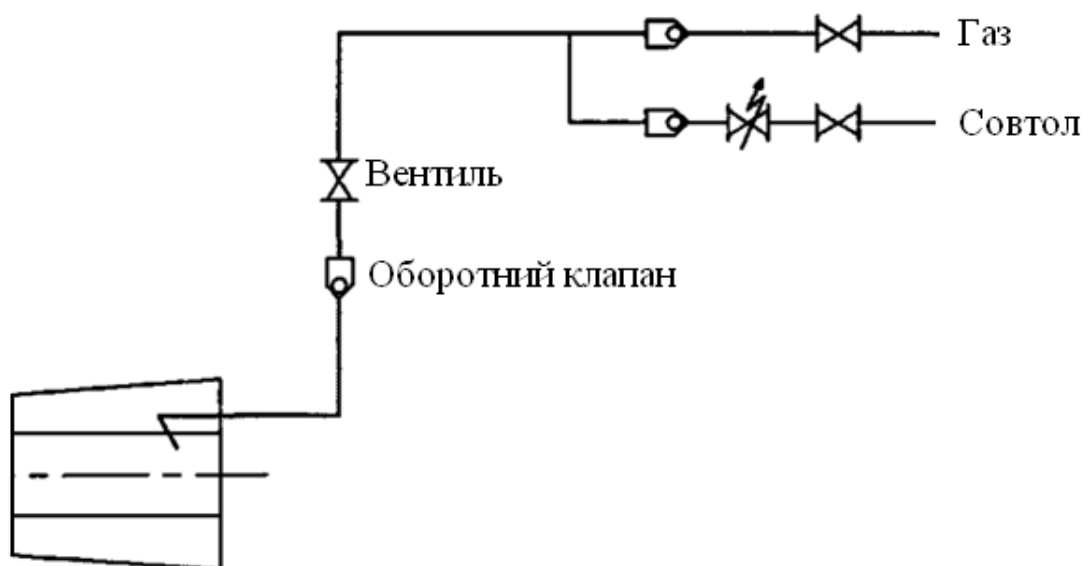


Рисунок 3.2-Принципова схема діючої системи вдування совтолу

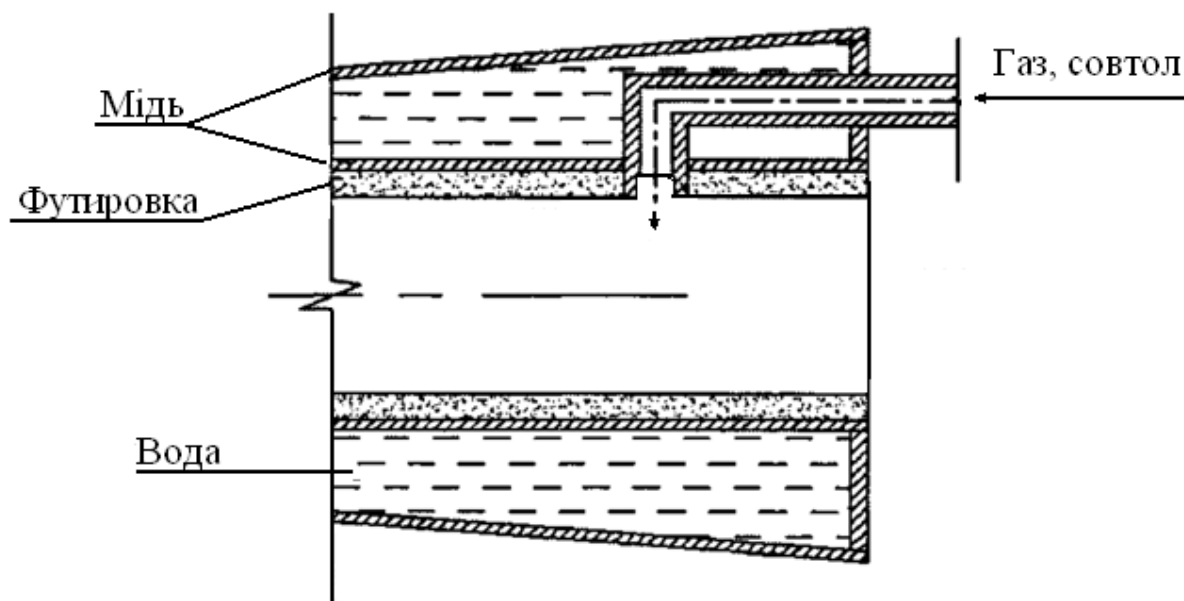


Рисунок 3.3- Схема підводу совтолу до повітряної фурми

КРДП попередньо підігріте до температури 40 °С подавали в фурму з витратою 10 л/хв загальна кількість спаленого в доменній печі КРДП становила 250 кг. У піч паливо надходило разом з природним газом, що, за відсутності форсунки, покращувало його диспергацію в фурми.

Візуальне спостереження через гляділки фурменого приладу показало, що горіння КРДП протікає інтенсивно з утворенням щільного факела.

					КНУ.МР.136.25.503с.02.03.ОВК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Ввипробування показали, що КРДП з масловідходів і окалини мало задовільні реологічні властивості, при яких всі стандартні елементи апаратної схеми установки для вдування совтола працювали задовільно як по надійності, так і по стабільності параметрів і таке паливо придатне для вдування в фурми доменної печі.

Виняток в системі подачі совтола склав шестерінчатий насос, який не призначений для подачі дисперсних палив, і його використання призвело до сильного нагрівання двигуна. Надалі слід використовувати спеціальні насоси для подачі дисперсних палив з більш потужним двигуном [25].

3.2. Процеси в горні доменної печі при введенні КРДП

При введенні емульсії в горн доменної печі протікають такі процеси:

- нагрівання води, що входить до складу емульсії до температури кипіння,
- перехід води з рідкого стану в газоподібний і нагрівання утвореної пари до температури розплавленого металу, що протікають з поглинанням тепла;
- нагрівання масел, що входять до складу емульсії до температури їх випаровування, перехід масел з рідкого стану в газоподібний і нагрівання пари масел до температури 1360 °С, що протікають з поглинанням тепла;
- нагрівання оксидів заліза-2 до температури плавлення (1369 °С) і перехід їх у рідкий стан, що відбувається з поглинанням тепла;
- нагрівання оксидів заліза-3 до температури розплавленого металу (1565 °С) без переходу їх у рідкий стан, процес протікає з поглинанням тепла;
- відновлення оксидів заліза-2 і заліза-3 нагрітими до пароподібного стану маслами з винекненням і подальшим розплавленням металевого заліза, що протікає з поглинанням тепла;
- конверсія водяної пари на розігрітому коксі з утворенням генераторного газу, що протікає з поглинанням тепла;
- горіння нагрітих до пароподібного стану масел, що не пішли на відновлення оксидів заліза, що протікає з виділенням тепла.

					КНУ.МР.136.25.503с.02.03.ОВК	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3. Дослідження ефективності вдування КРДП

Для оцінки ефективності утилізації КРДП з замасленої окалини і відпрацьованих моторних масел і масловідходів виконано комп'ютерне моделювання доменної плавки [26] за допомогою математичної моделі доменного процесу стосовно умов роботи доменної печі. При моделюванні використовували комбіноване паливо різних модельних композицій (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1

Модельні композиції КРДП, використовувані при моделюванні

№	Параметри КРДП				
	Теплота згорання, МДж/кг	Ефективна в'язкість при 80 °С при 100с ⁻¹ Па*с	Склад, %		
			Вода	Окалина	Нафтопродукти
B1	13,96	0,212	20,7	43,1	36,2
B2	19,99	0,10	12,4	36,9	50,7
B3	14,87	0,17	13,2	48,8	38,0
B4	14,06	0,19	32,0	30,9	37,1

Температура суміші приймалася 80 °С. При розрахунку складу комбінованого палива використовували окалину наступного хімічного складу: Fe-68,96; Fe₂O₃- 43,34; FeO - 49,66; SiO₂-1,8; CaO-2,02; Al₂O₃ -0,4; MgO - 0,17; MnO - 0,03; Zn - 0,019; K₂O -0,03; Na₂O -0,02.

Склад шихти, %: Агломерат - 93,5; Окатиші - 4,83; Руда - 0,36; Конвертерний шлак - 0,48; Промивний агломерат - 0,83;

Вміст заліза в офлюсований шихті - 59%. Температура дуття 1168 °С, вологість дуття - 16,4 г/м³, тиск колошникового газу 1,3 атм. Результати моделювання наведені в таблиці 3.2

					КНУ.МР.136.25.503с.02.03.ОВК	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для всіх модельних композицій КРДП розраховані коефіцієнти заміни коксу за раніше розробленою методикою [27].

Таблиця 3.2

Показники доменної плавки при вдуванні КРДП

Показники роботи печі	База	B1	B2	B3	B4
Витрата шихтових матеріалів , кг/т:					
Агломерат	1537	1487,4	1494,7	1480,9	1499,5
Окатиші	79,4	76,8	77,2	76,5	77,5
Руда	5,9	5,7	5,7	5,7	5,8
Конверторний шлак	7,9	7,6	7,7	7,6	7,7
Агломерат промивний	13,65	13,2	13,2	13,1	13,2
Кокс сухий	454	431,9	405,8	423,9	438,5
Витрата КРДП	-	100	100	100	100
Витрата природного газу, м ³ /т	97	97	97	97	97
Витрата дуття, м ³ /хв	2904	2852,2	2856,6	2847,7	2860,3
Вміст кисню , %	25,76	27,760	27,760	27,760	27,760
Теоретична температура горіння, °С	2138,9	2005,4	2001,3	2030,4	1967,6
Вихід шлаку ,кг/т	318	308,9	307	307	311
Виробнича потужність, т/добу	3896,8	3959,2	4026,1	3991,1	3923,1
Коефіцієнт заміни коксу КРДП		0,221	0,482	0,301	0,155

Як видно з таблиці, вдування КРДП в доменну піч в складі комбінованого палива замінює частину залізорудної окускованої шихти і знижує витрату коксу.

З таблиці 3.2 видно, що при вдуванні кожного з чотирьох видів комбінованого палива так, чи інакше, змінюється витрата окускованої залізорудної сировини, величину якої ми можемо розрахувати для кожного варіанту палива.

Для варіанту палива №1:

					КНУ.МР.136.25.503с.02.03.ОВК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

$1537+79,4+5,9+13,65=1635,95$ (кг) - кількість окускованих залізорудних матеріалів до вдування КРДП на тону чавуну.

$1487,4+76,8+5,7+13,2=1583,1$ (кг) - кількість окускованих залізорудних матеріалів після вдування 100 кг КРДП на тону чавуну

Таким чином при вдуванні 100 кг комбінованого рідкого палиа В1 ми зможемо замінити $1635,95-1583,1=52,85$ (кг) окускованої залізорудної сировини окалиною яка міститься в КРДП

Для варіанту палива №2:

$1635,95-(1494,7+77,2+5,7+13,2)=45,15$ (кг) - економія окускованої залізорудної сировини при вдуванні 100 кг комбінованого рідкого палиа В2

Для варіанту палива №3:

$1635,95-(1480+76,5+5,7+13,1)=60,65$ (кг) - економія окускованої залізорудної сировини при вдуванні 100 кг комбінованого рідкого палива В3

Для варіанту палива №4:

$1635,95-(1499,5+77,5+5,8+13,2)=39,95$ (кг) - економія окускованої залізорудної сировини при вдуванні 100 кг комбінованого рідкого палиа В4

Таким чином можна замінити частину окускованої залізорудної сировини при виробництві чавуну, але найбільш оптимальним варіантом комбінованого рідкого палива з точки зору субституції частини окускованої шихти є варіант В3, при вдуванні 100 кг якого можна замінити 60,65 кг окускованої залізорудної шихти.

Максимально витрата коксу зменшується при варіанті з вдуванням композиції В2 із заданими високими енергетичними характеристиками [28].

У результаті встановлено, що вдування КРДП в фурми доменної печі покращує технічні показники роботи без порушення режимів роботи доменної печі.

3.4. Енергетичний аналіз вдування КРДП

					КНУ.МР.136.25.503с.02.03.ОВК	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз енергоефективності вдування КРДП в доменну піч виконувався із застосуванням методики технологічних паливних чисел (ТПЧ) [29]. – ТПЧ – це витрати усіх видів енергії в технологічному процесі, перераховані на необхідне для їх реалізації умовне паливо (у.п.) за вичетом вторинних енергоресурсів на одиницю продукції. ТПЧ відображає об'єктивні енергетичні витрати технологічного процесу і є показником енергоємності продукції.

Розраховувались і порівнювались ТПЧ варіантів з вдуванням КРДП (Таблиця 3.3) і без вдування. У розрахунках використовувалась композиція В2 і результати моделювання доменної плавки.

Таблиця 3.3

Розрахунок ТПЧ передільного чавуна доменної плавки без вдування КРДП

Форма енерговитрат	Стаття витрат	ТПЧ, кг у.п./т.	Питома витрата, од./т чавуну	Енерговитрати кг у.п./т чавуну
Первинна енергія (Е1)	Кокс , кг/т	1442	0,454	654,7
	Природний газ ,1000 м ³	1270	0,097	123,19
	Всього , кг у.п./т			777,9
Похідна енергія (Е2)	Дуття, 1000 м ³	104,1	1,073	111,7
	Кисень, 1000 м ³	288	0,06902	19,87
	Теплова енергія, Гкал	190,8	0,06	11,4
	Електроенергія , кВт*год	0,51	12,3	6,3
	Вода , м ³	0,12	19	2,28
	Стиснене повітря, 1000 м ³	49,3	0,027	1,33
	Всього , кг у.п./т			152,9
Прихована енергія (Е3)	Агломерат	105	1,537	161,4
	Окатиші	150	0,0794	11,91
	Руда	33	0,0794	0,195
	Конверторний шлак	5,0	0,0059	0,0395
	Агломерат промивочний	116	0,01365	1,58
	Обладнання й капітальні споруди			40
	Ремонти			8
	Транспорт			2
	Всього , кг у.п./т			225,1
Енергія вторинних ресурсів(Е4)	Доменний газ, 1000 м ³	117,1	1,7626	206,4
	Теплова енергія, Гкал	190,8	0,02	3,8
	Всього , кг у.п./т			210,2
	ТПЧ, кг у.п./т			945,7

Для розрахунку ТПЧ передільного чавуну приймалися узагальнені показники ТПЧ вихідних паливних та енергетичних ресурсів. У таблицях 3.3 і

					КНУ.МР.136.25.503с.02.03.ОВК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

3.4 представлені розрахунки ТПЧ передільного чавуну для базового і експериментального варіантів.

Таблиця 3.4

Розрахунок ТПЧ передільного чавуну доменної плавки з вдуванням КРДП

Форма енерговитрат	Стаття витрат	ТПЧ, кг у.п./т.	Питома витрата, од./т чавуну	Енерго-витрати кг у.н./т чавуну
Первинна енергія (Е1)	Кокс , кг/т	1442	0,4058	585,2
	Природний газ ,1000 м ³	1270	0,097	123,19
	Всього , кг у.т./т			708,4
Похідна енергія (Е2)	Дуття, 1000 м ³	104,1	1,0217	106,4
	Кисень, 1000 м ³	288	0,0933	26,9
	Теплова енергія, Гкал	190,8	0,06	11,4
	Електроенергія , кВт*год	0,51	12,3	6,3
	Вода , м ³	0,12	19	2,28
	Стиснене повітря, 1000 м ³	49,3	0,027	1,33
	Всього , кг у.п./т			154,6
Прихована енергія (Е3)	Агломерат	105	1,4947	156,9
	Окатиші	150	0,0772	11,6
	Руда	33	0,0057	0,19
	Конверторний шлак	5,0	0,0077	0,0395
	Агломерат промивочний	116	0,0132	1,5
	Обладнання й капітальні споруди			40
	КРДП	460	0,1	46
	Ремонти			8
	Транспорт			2
	Всього, кг у.п./т			266,2
Енергія вторинних ресурсів(Е4)	Доменний газ, 1000 м ³	117,1	1,7932	210
	Теплова енергія, Гкал	190,8	0,02	3,8
	Всього , кг у.п./т			213,8
	ТПЧ, кг у.п./т			915,4

На рисунку 3.4 приведені гістограми, спади і підйоми енерговитрат за результатами розрахунків для базового і варіанту з вдуванням КРДП.

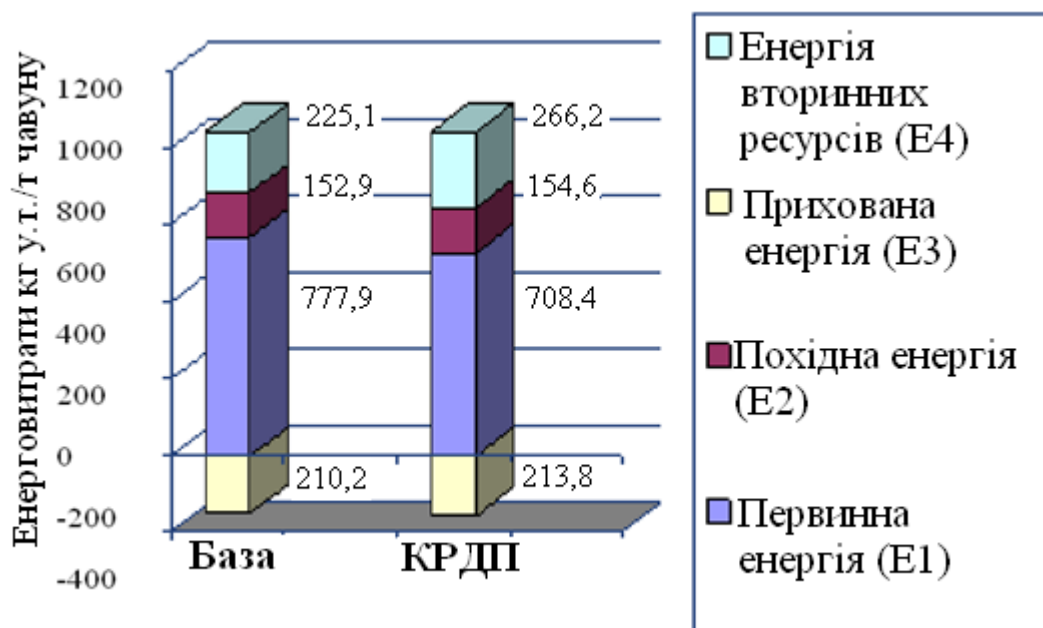


Рисунок 3.4 - Гістограма зміни енерговитрат.

Як видно з рисунка 3.1 вдування КРДП призводить до зменшення первинної енергії і збільшення похідної, прихованої та вторинної енергії. Зміна первинної енергії викликана зменшенням витрат коксу за рахунок заміни його вдуваними вуглеводнями. Підвищення вмісту кисню в дутті вплинуло на похідну енергію. Заміна вдуваними оксидами заліза в горн доменної печі частини окусованої залізорудної шихти і зміна калорійності колошникового газу призвели до підвищення прихованої і вторинної енергії.

При дослідженні показників доменної плавки при вдуванні КРДП, встановлено, що коефіцієнт заміни коксу при вдуванні КРДП коливається в межах від 0,15 до 0,48 кг/кг в залежності від складу вдуваного палива. Стендовими і дослідно-промисловими випробуваннями при використанні стандартного устаткування доведена можливість подачі КРДП і його повного спалювання в фурмах доменної печі.

Висновки до розділу

Дослідження доменної плавки показало, що вдування КРДП в фурми доменної печі покращує технічні показники роботи без порушення режимів роботи доменної печі.

Результати комплексного енергетичного аналізу вдування КРДП в горн доменної печі показали зменшення сумарних енерговитрат на виплавку чавуну, що, дозволяє говорити про енергетичну ефективність застосування КРДП під дією його вдування в доменну піч.

					КНУ.МР.136.25.503с.02.03.ОВК	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Отримання очікуваного економічного ефекту при утилізації шляхом використання замасленої окалини для переплавки в доменних печах зумовлене тим, що це призведе до зниження вартості залізовмісних компонентів у матеріальному запасі. В дослідження, що передували економічним розрахункам було визначено, що під час використання КРДП необхідно перевіряти можливість його заливання в технологічні трубопроводи та розпилювальні форсунки. Також при визначенні економічної доцільності необхідно враховувати витрати на збір прокатної окалини та її попередню підготовку перед завантаженням у доменну піч.

Впровадження запропонованого технологічного рішення з утилізації замасленої окалини в результаті чого отримуємо комбіноване доменне паливо передбачає певні капітальні витрати. Для цього враховували наступні етапи з підготовки окалини:

- збирання окалини як відходів прокатного виробництва;
- накопичення окалини в спеціально підготовлені ємкості;
- зневоднення зібраного матеріалу;
- знемаслювання його;
- та окускування для ефективного технологічного використання.

Також необхідно враховувати, що під час використання прокатної окалини в доменному процесі два попередні етапи чинять вплив на розмір капітальних витрат. Визначено, що для впровадження запропонованої технології необхідне наступне устаткування:

					КНУ.МР.136.25.503с.02.04.ЕЧ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА		
Розроб.	Ляшко І.М.						
Перевір.	Бондарчук О.М						
Реценз.							
Н. Контр.	Сайтгареев Л.						
Затверд.	Савельєв С.Г.						
					Літ.	Арк.	Акрушіє
						61	7
					“КНУ» ЗМЧМ-24-1м		

- установка утилізації замасленої прокатної окалини;
- бункер для збирання прокатної окалини;
- візок для переміщення бункеру;
- грейфер для зняття маси окалини з бункеру;
- решітка на бункері 150×150 мм;
- сталевий лист у вигляді жолоба для направляючих щитів.

При визначенні вартості обладнання, необхідного для підготовки процесу використання окалини брали до уваги середньо ринкову його вартість. Таким чином встановлено, що величина капітальних витрат на впровадження технології використання комплексного рідкого доменного палива становить близько:

КВ~90 млн. грн.

Щоб визначити ефективність прийнятого рівня капіталовкладень, необхідно розрахувати зміну витрат та додатковий прибуток, який компанія може отримати від впровадження запропонованого підходу з удосконалення технології використання альтернативного палива в доменному виробництві.

При визначенні зміни собівартості враховували додаткові витрати на підготовку КРДП до використання та зміну витрат на виробництво чавуну в доменному процесі.

Витрати на підготовку КРДП включають воду, що використовується під час гідравлічного збору прокатної окалини, та стиснене повітря, яке забезпечує подачу води під необхідним тиском 3-15 атм. Як зазначалося в 1-му розділі даної роботи, використання гідравлічного методу збору окалини призводить до зниження витрат на технічне обслуговування та експлуатацію технічного обладнання.

При використанні запропонованого КРДП у технологічному процесі доменної печі очікується зменшення витрачання традиційних залізовмісних компонентів у матеріальному запасі.

					КНУ.МР.136.25.503с.02.04.ЕЧ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Точний коефіцієнт заміщення не визначено, оскільки обсяг зібраної прокатної окалини (за даними ПрАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» – 20 тис. тонн на рік із вмістом заліза до 70%) не забезпечує потреби на залізовмісну сировину. Тому, ми використали експертний підхід та розраховували вартість такого заміщення на 1 т чавуну. Зведена інформація про зміни вартості наведена в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Порівняння витрат та розрахунків їх зміни, грн./т

Показники	Величина, грн.		Відхилення, грн.
	до впровадження	після впровадження	
З урахування додаткових витрат на підготовку КРДП			
Вода	-	4,5	+4,5
Стиснене повітря	-	2,4	+2,4
Витрати на обслуговування обладнання	17,3	16,8	-0,5
Економія на матеріальних запасах доменного процесу			
Матеріальні запаси, що містять залізо	357,2	348,9	-8,3
Всього			-1,9

При середньорічному виробництві чавуну доменною піччю 1500 тис. тонн загальний обсяг економії становитиме:

$$E = 1,9 \times 15000 = 28,5 \text{ млн. грн.}$$

В результаті впровадження нового підходу з використанням КРДП як джерела заліза було виявлено наступне:

- зниження вартості сировини для процесу виробництва чавуну в доменному цеху на 6,4 кг/т чавуну, тобто

$$6,4 \times 15000 = 96 \text{ тис. т/рік,}$$

що призведе до зниження собівартості готової продукції на 9,5 грн./т. За рік це становитиме

$$9,5 \times 15000 = 142,5 \text{ млн. грн.}$$

					КНУ.МР.136.25.503с.02.04.ЕЧ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зменшення витрат на утримання та експлуатацію основного технічного обладнання прокатного цеху, де збирається прокатна маса, на 0,6 грн./т, що, відповідно в річній виробничій програмі, становитиме:

$$0,6 \times 15000 = 9 \text{ млн. грн.}$$

- збільшення вартості додаткових матеріалів (як вже зазначалося це вода та стиснене повітря) на 7,3 грн. призведе до збільшення загальної величини витрат на виготовлення річної виробничої програми на:

$$7,3 \times 15000 = 109,5 \text{ млн. грн.}$$

Отже, перевіряємо економічний вплив, що виникає в результаті цих змін:

$$E_{\text{заг}} = 28,5 + 142,5 - 109,5 = 61,5 \text{ млн. грн.}$$

В результаті підвищення вмісту заліза при використанні КРДП (70%), можна розраховувати на підвищення якісних показників готової продукції, що дозволить компанії збільшити внутрішню ціну на 4,5 грн./т.

Враховуючи, що поточна собівартість 1 т чавуну становить близько 3,5 тис. грн., а ціна – 4,2 тис. грн./т, можна розрахувати нові рівні собівартості та цінові показники з урахуванням отриманої економії на витратах та покращення якості:

$$C' = 3500 - 1,9 = 3498,1 \text{ грн./т}$$

$$\Pi' = 4200 + 4,5 = 4204,5 \text{ грн./т}$$

Тоді показники прибутку до та після впровадження запропонованої технології, визначені за формулою:

$$\Pi = (\Pi - C) \times Q \times 0.82 \quad (4.1)$$

де Π – ціна 1 т чавуну;

					КНУ.МР.136.25.503с.02.04.ЕЧ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

C – собівартість 1 т чавуну;

Q – річний випуск чавуну, прийнятий нами на рівні 15000 тис. т;

0,82 – залишок коштів компанії після сплати податку на прибуток.

Цей показник визначений за формулою 4.1 становитиме

$$П = (4200 - 3500) \times 15000 \times 0,82 = 8610 \text{ млн. грн.}$$

$$П' = (4204,5 - 3498,1) \times 15000 \times 0,82 = 8685 \text{ млн. грн.}$$

Збільшення прибутку, яке компанія отримає від впровадження запропонованої технології з використанням КРДП, становитиме:

$$\Delta П = 8685 - 8610 = 75 \text{ млн. грн.}$$

Загальну ефективність пропозицій визначали як:

$$Еф = \Delta П - KB \times E_{\text{норм}} \quad (4.2)$$

де KB - додаткові капітальні витрати на впровадження заходів з удосконалення технології (визначені нами а рівні 90 млн. грн.);

$E_{\text{норм}}$ - нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень (приймаємо на рівні 15%).

Тож показник ефективності визначений за формулою 4.2 становитиме:

$$Еф = 75 - 90 \times 0,15 = 61,5 \text{ млн. грн.}$$

Тож в результаті впровадження технології з обсягом необхідних додаткових капітальних витрат 90 млн. грн. та ефективністю використання КРДП на рівні 61,5 млн. гривень, відносну ефективність визначаємо за допомогою таких показників:

- коефіцієнт ефективності

$$K_{\text{еф}} = Eф / KB \quad (4.3)$$

$$K_{\text{еф}} = 61,5/90 = 0,68 \text{ або } 68\%$$

– термін окупності.

$$T_{\text{ок}} = KB/E\phi \quad (4.4)$$

$$T_{\text{ок}} = 90/61,5 = 1,46 \text{ року}$$

Результати з оцінювання економічної доцільності запропонованої технології приготування та використання комплексного доменного палива, як результат утилізації прокатної окалини наведено в таблиці 4.2.

					КНУ.МР.136.25.503с.02.04.ЕЧ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2 – Техніко-економічне обґрунтування пропозицій з використання альтернативного палива в доменному виробництві

Показники	Значення		відхилення
	базове	прогнозне	
Капіталовкладення, млн. грн.	-	90	-
Економія витрат, грн./т отримана за рахунок			
- додаткових витрат;	-	7,3	+7,3
- витрати на ремонт та експлуатацію обладнання;	1,3	0,6	-0,18
- залізовмісних матеріальних запасів	357,2	348,9	-8,3
Собівартість 1 т чавуну, грн.	3500	3498,1	-1,9
Ціна готової продукції, грн./т	4200	4204,5	+4,5
Прибуток, млн. грн.	8610	8685	75
Економічна ефективність, млн. грн.		61,5	
Коефіцієнт ефективності		0,68	
Термін окупності, роки		1,46	

Таким чином, аналізуючи показники ефективності пропозицій з удосконалення технології використання альтернативного палива в доменному виробництві, можна стверджувати, що використання прокатної окалини є економічно доцільним. Це підтверджує зменшення собівартості 1 т чавуну на 1,9 грн./т та збільшення прибутку підприємства на 75 млн. грн./рік при незмінному обсязі його виробництва. Загальний термін окупності впровадження технології при 90 млн. грн. необхідних капіталовкладеннях становить 1,46 року.

РОЗДІЛ 5. САНІТАРНО ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НДР

Замаслена окалина є одним з технологічних відходів прокатного виробництва. Наявність в її складі великої кількості оксидів заліза до 70% і масловідходів (від 15-30%) призводить до актуальності її подальшої переробки. Однак традиційні способи утилізації замасленої прокатної окалини шляхом її попереднього згрудкування утруднюються через наявність у ній масла, що в свою чергу веде до необхідності її знемаслення термічним або хімічним способом. Многоопераційність та екологічна небезпека способів утилізації окалини підштовхнули до розробки нових альтернативних способів її переробки.

Одним з таких способів є метод вдування окалини в горн доменної печі, в складі рідкого комбінованого палива. Оскільки вміст у прокатної окалини масел недостатньо для застосування в доменному виробництві, доцільно додавати масловідходи. КРДП являє собою суміш прокатної окалини, води і масловідходів (30-45%) зберігання і використання яких викликає певні труднощі, так як масловідходи є горючою рідиною і зберігати їх необхідно в спеціальних спорудах, з застосуванням пожежних сигналізацій і наявністю засобів пожежогасіння.

За ступенем пожежної небезпеки склади для зберігання масловідходів, мазуту, змащувальних масел відносять до пожежонебезпечних виробництв категорії В (температура спалаху парів більше 61 °С). І оскільки пожежна небезпека горючих рідин визначається температурою спалаху парів, випаровування рідини під час внесення джерела тепла. Температура спалаху є найменшою температурою, при якій пари масловідходів речовини створюють над його поверхнею пароповітряну суміш.

					<i>КНУ.МР.136.25.503с.02.05.СО</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	САНІТАРНО-ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВПРОВАДЖЕННЯ НДР		
<i>Розроб.</i>		<i>Ляшко І.М.</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Шоповалов В.А.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Сайтгареев Л.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Савельєв С.Г.</i>			<i>“КНУ» ЗМЧМ-24-1м</i>		
					<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
						68	8

За час спалаху поверхні горючої рідини масловідходів не прогрівається до температури, достатньої для інтенсивного випаровування рідини, і подальше горіння припиняється. Якщо температура рідини в момент спалаху виявиться достатньою для того, щоб слідом за спалахом було горіння, то таку температуру називають температурою займання горючої рідини [30].

Температура займання, температура спалаху, а також температурні межі займання відносяться до показників пожежної небезпеки.

Температура спалаху нафти і нафтопродуктів, що залежить від їх випаровуваності і пружності парів, коливається в дуже широких межах: від +60 до +120 ° С для мазуту, від +130 до +325 °С для масла. Стандартна температура самозаймання нафтопродуктів знаходиться в межах 220 - 450 °С.

Технологічний процес отримання палива полягає в попередньому з'єднанні замасленої окалини з масловідходами, подачу суміші в диспергируючий апарат або пристрій і перекачування готового палива в резервуари зберігання.

Причини загоряння замасленої окалини для джерела запалювання нафтопродуктів, що входять до складу замасленої окалини можуть служити випадкові іскри різного походження (електричні, що виникли в результаті накопичення статичної електрики, іскри від газо-та електрозварювання і т.д.), нагріті тіла, перегрів електричних контактів і ін

Основними причинами пожеж на виробництві є порушення технологічного режиму роботи обладнання, несправність електрообладнання, погана підготовка обладнання до ремонту, самозаймання різних матеріалів та ін. Для запобігання пожеж і вибухів необхідно виключити можливість утворення горючого і вибухонебезпечного середовища і запобігти появі в цьому середовищі джерел запалювання.

При проектуванні промислових підприємств з приготування КРДП слід враховувати вимоги пожежної безпеки. Необхідно, щоб використовувані будівельні конструкції мали необхідної вогнестійкості, тобто здатністю

					КНУ.МР.136.25.503с.02.05.СО	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зберігати під дією високих температур пожежі свої робочі функції, пов'язані з функційні, теплоізолюючої або несучою здатністю.

Кількісна вогнестійкість будівельних конструкцій характеризується межею вогнестійкості, тобто часом (в годинах або хвилинах), після закінчення якого будівельна конструкція втрачає несучу або огорожувальну здатність.

Істотне значення має зонування територій, яке полягає в групуванні на території підприємств, цехів і дільниць з підвищеною пожежною небезпекою в певних місцях (з підвітряного боку). Крім того, необхідно враховувати рельєф місцевості. Наприклад, склади і резервуари з замасленою окалиною треба розташовувати в низьких місцях, щоб при виникненні пожежі розлите паливо не могло стікати до низлежачих будівель і споруд.

Склади горючих рідин металургійних заводів відносять до складів другої групи. Зберігання нафтовідходів розрізняються: резервуари наземні, напівпідземні і підземні; за матеріалами, з яких вони виготовляються, - металеві, залізобетонні, а також підземні (споруджувані в товщі відкладень кам'яної солі).

Наземні резервуари виконують, як правило, металевими (зварними). За формою бувають циліндричні (вертикальні, горизонтальні), сферичні і краплеподібні і тарі в обсязі 2000 м³. Наземні витратні резервуари, що встановлюються у виробничих будівлях, повинні бути з'єднані трубопроводами з підземним аварійним резервуаром, розташованих на відстані не менше 1м від стіни будівлі [31].

Напівпідземні резервуари споруджують зазвичай із залізобетону ємністю від 500 до 3000 м³. Конструктивно вони виконуються циліндричними (монолітні або із збірними стінкою і кривлею) і прямокутними із збірними стінками і покриттям, а також траншейного типу. При проектуванні і будівництві необхідно передбачити шляхи евакуації працюючих, тобто шляхи, що ведуть до евакуаційного виходу на випадок виникнення пожежі. Будинки повинні бути забезпечені пристроями, призначеними для видалення

					КНУ.МР.136.25.503с.02.05.СО	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

диму при пожежі: аераційними ліхтарями, спеціальними димовими люками та ін.

Пожежна профілактика поділяється: на організаційні, технічні, режимні та експлуатаційні.

Організаційні заходи передбачають правильну експлуатацію машин і внутрішньозаводського транспорту, правильне утримання будівель, території, протипожежний інструктаж робітників і службовців, організацію добровільних пожежних дружин, пожежно-технічних комісій, видання наказів з питань посилення пожежної безпеки і т.д.

До технічних заходів належать дотримання протипожежних правил, норм при проектуванні будинків, при влаштуванні електропроводів і устаткування, опалення, вентиляції, освітлення, правильне розміщення обладнання.

Заходи режимного характеру - це заборона куріння в невстановлених місцях, виробництва зварювальних та інших вогневих робіт у пожежонебезпечних приміщеннях і т.д.

Експлуатаційними є своєчасні профілактичні огляди, ремонти і випробування технологічного обладнання.

Протипожежні розриви

Для попередження розповсюдження пожежі з одного будинку на інший між ними влаштовують протипожежні розриви. При визначенні протипожежних розривів виходять з того, що найбільшу небезпеку щодо можливого займання сусідніх будівель і споруд представляє теплове випромінювання від вогнища пожежі. Кількістю прийнятої теплоти сусіднім з палаючим об'єктом будинком залежить від властивостей горючих матеріалів і температури полум'я, величини випромінюючої поверхні, площі світлових прорізів, групи займистості огорожувальних конструкцій, наявності протипожежних перепон, взаємного розташування будівель, метеорологічних умов і т.д.

					КНУ.МР.136.25.503с.02.05.СО	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Противопожесні перепони

Противопожесні стіни повинні бути виконані з негорючих матеріалів, мати межа вогнестійкості не менше 2.5 годин і спиратися на фундаменти. Противопожесні стіни розраховують на стійкість з урахуванням можливості одностороннього обвалення перекриттів і інших конструкцій при пожежі.

Противопожесні двері, вікна і ворота в противопожесних стінах повинні мати межу вогнестійкості не менше 1.2 години, а противопожесні перекриття щонайменше 1:00. Такі перекриття не повинні мати отворів і отворів, через які можуть проникати продукти горіння при пожежі.

До основних засобів гасіння пожеж, які застосовують на металургійних заводах відносять воду, водяну пару, піну різного складу, інертні гази, вуглекислий газ.

Вода є ефективним охолоджувачем, широко застосовується для захисту від загоряння сусідніх з палаючим об'єктів, охолодження резервуарів з нафтопродуктами при їх гасінні іншими вогнегасними засобами. Охолоджувальна дія води визначається значними величинами її теплоємності і теплоти пароутворення. Розбавляючи дію, що приводить до зниження вмісту кисню в навколишньому повітрі, обумовлюється тим, що обсяг пари в 1700 разів перевищує обсяг випарування води.

Поряд з цим вода має властивості, що обмежують сферу її застосування. Так, при гасінні водою нафтопродукти і багато інших горючих рідин спливають і продовжують горіти на поверхні, тому вода може виявитися малоефективною при їх гасінні. Вогнегасний ефект при гасінні водою в таких випадках, може бути підвищений шляхом подачі її в розпиленому стані. Не можна застосовувати воду для гасіння нафти і нафтопродуктів, оскільки може статися викид або розбризкування гарячих продуктів

Основним засобом гасіння нафти і нафтопродуктів є піна середньої і низької кратності. Вогнегасна дія піни полягає в ізоляції поверхні пального від факела полум'я, зниження внаслідок цього швидкості випаровування рідини і скорочення кількості горючих парів, що надходять в зону горіння, а також в

					КНУ.МР.136.25.503с.02.05.СО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

охлажденні палаючої рідини. Роль кожного з цих чинників в процесі гасіння змінюється в залежності від властивостей палаючої рідини.

Вогнегасні властивості піни визначають її кратність ставленням обсягу піни до обсягу її рідкої фази, стійкістю, дисперсністю і в'язкістю. На ці властивості піни крім її фізико-хімічних властивостей впливають природа горючої речовини, умови протікання пожежі і подачі піни.

Хімічна піна утворюється при взаємодії розчинів кислот і лугів у присутності піноутворюючої речовини і являє собою концентровану емульсію двоокису вуглецю у водному розчині мінеральних солей, що містить піноутворюючу речовина.

Повітряно-механічна піна являє собою суміш повітря (90%), води (9,7%) і піноутворювача (0,3%). Розтікаючись по поверхні палаючої рідини, вона блокує вогнище, припиняючи доступ кисню повітря. Піною можна гасити і тверді горючі матеріали.

Водяна пара в деяких випадках є одним з ефективних засобів гасіння пожеж. Вогнегасна дія пара складається у витісненні повітря з приміщення, в якому виникла пожежа, завдяки чому припиняється доступ кисню до палаючих речовин; одночасно пар сприяє зниженню температури гарячих речовин.

Застосування водяної пари дає хороші результати при ліквідації пожеж в замкнутих приміщеннях, наприклад, в підвалах виробничих будівель. Такі приміщення, як маслопідвали прокатних цехів, обладнають підводами пара, при-ніж вентиля для включення пара в разі виникнення пожежі розташовуються поза підвалу в легко доступних і безпечних місцях.

Інертні гази здатні знижувати рівень кисню в приміщенні. При досягненні концентрації кисню 12,5% горіння припиняється. Без сумніву, із застосуванням CO₂ ефективна: гасіння відбувається дуже швидко, ймовірність повторного спалаху дорівнює нулю. Її мінус полягає, по-перше, в тому, що вуглекислий газ у великих кількостях небезпечний для життя. А так як його номінальна (робоча) концентрація в багато разів перевищує його безпечну

					КНУ.МР.136.25.503с.02.05.СО	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

концентрацію, CO₂ застосовуються тільки там, де виключено присутність людини під час гасіння пожежі. По-друге, тому що CO₂ зберігається в балоні під високим тиском, підвищуються вимоги до транспортування, монтажу та експлуатації.

Системи та технології пожежної сигналізації та пожежогасіння для резервуарних парків нафти і нафтопродуктів.

Для наземних резервуарів складів нафти і нафтопродуктів об'ємом 5000 м³ і більше, передбачаються системи автоматичного пінного пожежогасіння та водяного охолодження.

Теплові пожежні сповіщувачі, основне призначення яких - контроль за перевищенням граничної температури в резервуарах з нафтою, нафтопродуктами і іншими легкозаймистими рідинами (ЛЗР).

Резервуарні теплові пожежні сповіщувачі розташовуються з зовнішньої сторони на кришці (кришках) резервуара, при цьому чутливий елемент такого сповіщувача знаходиться в повітряному зазорі між рідиною наповнює резервуар і кришкою самого резервуара.

Призначення ручних пожежних сповіщувачів передати сигнал про виникнення пожежі або тривожної ситуації. У вибухонебезпечних зонах ручним сповіщувачам надається особливе значення, оскільки з їх допомогою можливо найбільш раннє сповіщення про займання, саме тому у вибухонебезпечних зонах ручні пожежні сповіщувачі встановлюються не тільки на шляхах евакуації, а й по всій території об'єкта.

Отже, сучасна система пожежної сигналізації вибухонебезпечного об'єкта покликана запобігти загорянню або виявити його на ранній стадії виникнення. Якщо все-таки загорання не вдалося запобігти, важливо якнайшвидше вжити заходів до локалізації та гасіння пожежі, рятування людей, технічних засобів, цінностей, основу яких складають самі нафтопродукти.

					КНУ.МР.136.25.503с.02.05.СО	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У цьому випадку на допомогу приходять сучасні методи та засоби пожежогасіння, найбільш якісним і економічним з яких є метод, так званого, «підшарового» гасіння нафтопродуктів.

Як відомо, горіння нафти і нафтопродуктів відбувається на поверхні самої рідини. Основними вогнегасними речовинами є пінні склади, що мають меншу з нафтопродуктами щільність, що покривають поверхню палаючої рідини і блокують надходження кисню в середу горіння.

Суть підшарового методу гасіння нафтопродуктів полягає в подачі вогнегасної речовини (піни) в резервуар не зверху, а безпосередньо з під шару нафтопродукту, тобто знизу резервуара.

Піна, пройшовши шар нафтопродукту спливає на поверхню резервуару, розтікається по його поверхні, у тому числі і у важкодоступні ділянки і блокує доступ кисню в зону горіння.

Висновки до розділу

КРДП являє собою суміш прокатної окалини, води і масловідходів (30-45%) зберігання і використання яких викликає певні труднощі, так як масловідходи є горючою рідиною і зберігати їх необхідно в спеціальних спорудах, з застосуванням пожежних сигналізацій і наявністю засобів пожежогасіння. Для протікання процесу горіння потрібна наявність трьох чинників: горючої речовини, окислювача і джерела запалювання.

					КНУ.МР.136.25.503с.02.05.СО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі проведені дослідження з утилізації прокатної окалини. Більшість технологій утилізації замасленої окалини характеризується підвищенням зносом устаткування і втратами енергетичного потенціалу масла, або ускладненням технології виробництва та підготовки металургійної сировини. Багатоопераційність і висока енергоємність процесів збільшує витрати на переробку замасленої окалини. Разом з тим, з точки зору ресурсозбереження доцільність використання дрібної замасленої окалини очевидна.

Основною метою роботи було дослідження способу спільної утилізації замасленої прокатної окалини і відпрацьованих моторних масел або інших нафтопродуктів шляхом отримання з них комбінованого рідкого доменного палива (КРДП) для вдування в фурми доменної печі. Цей спосіб дозволить переробляти в значних кількостях некондиційну металургійну сировину і промислові масловідходи з економією дефіцитного коксу і підготовленої залізорудної сировини. При цьому єдиним технічним питанням, що вимагає рішення, є отримання стабільного КРДП, яке можна вдувати в фурми доменних печей із повним спалюванням вуглеводнів які містяться в ньому.

КРДП являє собою суміш прокатної окалини, води і масловідходів (30-45%) зберігання і використання яких викликає певні труднощі, так як масловідходи є горючою рідиною і зберігати їх необхідно в спеціальних спорудах, з застосуванням пожежних сигналізацій і наявністю засобів пожежогасіння.

В якості основного критерію регулювання властивостей палива виступає в'язкість, відхилення якої можна коректувати зміною температурного режиму приготування та подачі палива на спалювання.

					<i>КНУ.МР.136.25.503с.02.3В</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Ляшко І.М..</i>			ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ		
<i>Перевір.</i>		<i>Сайтгареев Л.</i>					
<i>Реценз.</i>		<i>Губін Г.В.</i>					
<i>Н. Контр.</i>		<i>Сайтгареев Л.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Савельєв С.Г.</i>					
					<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
						76	3
					“КНУ» ЗМЧМ-24-1м		

Оптимальний діапазон температури приготування стабільного КРДП 20-40 °С, а максимальна диспергирование при подачі на спалювання КРДП забезпечується при 60-90 °С.

В реологічних властивостях КРДП показано, що обов'язковою умовою отримання стабільного розшаровуються КРДП є вміст зв'язаної води в масловідходах і замасленої окалині 10-15% і не менше 15% відповідно.

Звідси впливає важливий висновок про те, що на склад компонентів КРДП і самого палива практично не накладається ніяких обмежень, тому що будь яке відхилення (у бік збільшення), ефективної в'язкості КРДП можна компенсувати зміною температурного режиму подачі палива на спалювання. Виходячи з отриманого результату, можна зробити висновок, що завдання визначення складу палива КРДП і його реологічних властивостей, а також ступеня підготовки вихідних компонентів до утилізації переходить в область технічних можливостей і техніко-економічної доцільності використання того чи іншого складу палива.

Результати досліджень показують, що технологія отримання КРДП на основі замасленої окалини і масловідходів може бути досить простою і багато в чому схожою з відпрацьованою і використовуваною технологією виробництва водо-мазутного палива, що базується на використанні стандартних емульгуючих апаратів будь-якого принципу дії.

На основі досліджень реологічних властивостей КРДП для різних конкретних виробничих та економічних умов запропоновані чотири варіанти технологічної схеми виробництва КРДП:

- з сировинних компонентів з довільним складом і характеристиками;
- з постійними реологічними і теплотехнічними властивостями;
- з максимальним вмістом замасленої окалини;
- з великої замасленої окалини.

Дослідження доменної плавки показало, що вдування КРДП в фурми доменної печі покращує технічні показники роботи без порушення режимів роботи доменної печі.

					КНУ.МР.136.25.503с.02.3В	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Встановлено, що коефіцієнт заміни коксу при вдуванні КРДП коливається в межах від 0,15 до 0,48 кг/кг в залежності від складу вдуваного палива.

Вдування КРДП призводить до зменшення первинної енергії і збільшення похідної, прихованої та вторинної енергій доменного процесу. Зміна первинної енергії викликана зменшенням витрат коксу за рахунок заміни його вдуваемими вуглеводнями. Підвищення вмісту кисню в дутті впливає на похідну енергію. Заміна вдуваемими оксидами заліза в горн доменної печі частини окускованої залізорудної шихти, і зміна калорійності колошникового газу призвели до підвищення прихованої і вторинної енергії.

КРДП може замінити частину окускованої залізорудної сировини при виробництві чавуну. Найбільш оптимальний варіант комбінованого рідкого палива з точки зору заміни частини окускованої шихти (при вдуванні 100 кг КРДП) дозволяє економити 60-65 кг окускованої залізорудної шихти.

Аналізуючи результативні показники, можна стверджувати про економічну доцільність використання прокатної окалини в доменному виробництві. Загальний термін окупності технології утилізації прокатної окалини і використання КРДП становить 1,35 року.

					КНУ.МР.136.25.503с.02.3В	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРСИТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бернадинер М.Н. Диоксины при термическом обезвреживании органических отходов // Экология и промышленность России. - 2002. - №2. - 13 - 16.
2. De novo formation characteristics of dioxins in dry zone of an iron ore sintering bed / K. Suzuri, E. Kasai, T. Aono et.al. // Chemosphere. - 2004. - Vol. 54. - P. 97 - 104. #
3. Пуцько А.В., Пуцько Е.В. Международный симпозиум «Техника и технология экологически чистых химических производств» // Тезисы докладов. Москва. 21-23 Октября. -1996. - 48.
4. Зайцев А.К., Леонтьев Л.И., Юсфин Ю.С. Анализ формирования экотоксикантов в термических процессах. РАН. УрО. Екатеринбург. - 1997. - 84с.
5. Способ утилизации замасленной окалины / В.С. Лисин, В.Н. Скороходов, И.Ф. Курунов, В.П. Настич, Е.А. Самсиков, В.М. Кукарцев, А.И. Кононов, Ф. Ерохин, Д.Н. Тихонов // Решение о выдачи патента от 24.06.2004 г. Заявка № 2003134040.
- 6.Иванов В.М. Топливные эмульсии. - М.: Изд. А.Н. СССР. - 1962.
- 7.Фрик Ю. Оптимизация расположения форсунок в устройствах гидромеханического удаления окалины // Сталь. – №11.–2003. С.69-73.
8. Михеев В.А., Павлов А.М. Гидросбив окалины в прокатных цехах. – М.: Металлургия, 1964. – 107 с.
9. Определение основных параметров устройств для гидравлического удаления окалины / Руденко В.И., Суков Г.С., Руденко Р.В. и др. // Металлургическая и горнорудная промышленность.–2004.–№4.–С.28-30.

					КНУ. КНУ.МР.136.25.503с.02.СД						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Ляшко І.М..			СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ			Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Сайтгареев Л.								79	3
Реценз.								“КНУ» ЗМЧМ-24-1м			
Н. Контр.		Сайтгареев Л.									
Затверд.		Савельєв С.Г.									

-
10. Пузаев, В. П. Введение в технологии металлургического структурообразования. [Текст] / Пузанов В. П., Кобелев В. А. - Екатеринбург: УрО РАН, 2005. - 501 с.
11. Долматов, В. А. Использование прокатной окалины в процессе агломерации. [Текст] / Долматов В. А. // Новости черной металлургии за рубежом. - 1998. - № 4 - С 4-5.
12. Курунов, И. Ф. Оценка коэффициента замены кокса реагентами, вдуваемыми в фурмы доменной печи. [Текст] / Курунов И. Ф., Олейников Д. В., Тихонов Д. Н., Дубровская М. В. // Известия ВУЗов, Черная металлургия. - 2003. - N29.
13. Белов, Ю. А. Расчет относительного расхода кокса при вдувании в торн доменных печей железосодержащих добавок. [Текст] / Белов Ю.А. // Известия ВУЗов, Черная металлургия. - 2003. - № 9.
14. Слепцов, Ж. Е. Влияние влажности аглошихты на скорость спекания. [Текст] / Слепцов Ж. Е. // Новости черной металлургии за рубежом. - 2003.-№ 1- е 27-20.
- 15 С.Т.Пліскановскій, В.В.Полтавець «Обладнання й експлуатація доменних печей» 225-227.
- 16 А.Н.Риженков, А.А.Мінаєв, С.Л.Ярошевскій, Б.П.Крікунов, В.М.Замураєв, А.И. Дрейко Пиловугільне паливо-безальтернативна перспектива доменного виробництва // Сталь №10 2010 рік, 7-9.
- 17 І.Ф.Курунов,Г.Н.Дєлягін,І.А.Мацак «ЕКОВУТ-альтернативне паливо для доменної плавки» // Металург №7 1998 рік, 9-11.
- 18 В.Н.Вакулін,Е.Е.Мінікес,Ж.Е.Слепцов Оволодіння технології доменної плавки з вдуванням в горн печі водо-мазутної емульсії // «Сталь» №6 2004 рік, 465-468.
- 19 В.М.Бабошин,В.М.Уділов «Застосування мазуту в доменних печах» М.-Металургія 1983, 25-32.

-
- 20 І.Ф.Курунов,С.Ф.Єрохін,Д.Н.Тіхонов «Особливості технології і оцінка ефективності екологічно безпечного рециклінгу замасленої окалини» журнал «Металург» №6 2004 рік, 12-17.
21. Трофименко Ю.В. Экологические проблемы при эксплуатации автомобильного транспорта // Экология и промышленность России. - 2002. - № 4. - 25-27.
22. Бродский А.К. Краткий курс общей экологии. - СПб: Изд-во СПб университета, 1992.-150 с.
23. Иванов В.М. Топливные эмульсии, - М.: Изд. А.Н. СССР. - 1962.
- 24 В.С.Лісін, В.Н.Скороходов,І.Ф.Курунов, В.П.Настіч, В.М.Кукарцев, Є.А.Самсіков, А.І.Кононов, С.Ф. Єрохін, Д.Н.Тіхонов, «Спосіб утилізації замасленої окалини», Рішення про видачу патента від 24.06.2004 р. Заявка №2003134041, с33-37.
- 25 Тіхонов Д.Н.,Дослідницька робота «Дослідження і розробка ефективної технології рециклінгу замасленої окалини» ,112-114.
- 26 Курунов І.Ф., Яценко С.Б., «Методика розрахунку техніко-економічних показників доменної плавки» Наукові праці МІСІС 1983 рік, № 152 ,с. 63.
- 27 І.Ф. Курунов, Д.В. Олейников, Д.Н. Тихонов, Оцінка коефіцієнта заміни коксу реагентами, що вдуваються в фурми доменної печі, // Чорна металургія 2003 рік випуск № 9 , с.11-13.
- 28 Лойцянский Л.Г., «Механіка рідини і газу» М: Наука 1973 рік
- 29 Методологія та інформаційне забезпечення наскрізного енергетичного аналізу / Лісінко В.Г., Е.УГТУ 2001 рік , с.97.
30. Аханченков А.Г. Пожарная безопасность в черной металлургии. Москва «металлургия» 1991г.
31. Смирнов Н.В., Жерновский В.Д., Коган Л.М. Пожарная безопасность в проектах предприятий черной металлургии. Москва 1985г.