

Винахід відноситься до виробництва високостійких вогнетривів для футеровки склепін мартенівських і електросталеплавильних металургійних агрегатів.

За прототип прийнята вогнетривка маса утримуюча зернистий і тонкомелений периклаз, зернисту і тонкомелену хромітову руду і зв'язування при наступному співвідношенні компонентів, мас %:

Перикла	40-66;
хромітова руда	27-48;
зв'язування	5-14.

При цьому співвідношення тонкомеленого периклазу і тонкомеленої хромітової руди складає 1-2, а співвідношення зернистої і тонкомеленої хромітової руди 1,5-2,5. (Авторське посвідчення про винахід СРСР №724477 кл. С04 В35/04.1977).

Недоліком відомої вогнетривкої маси є те, що вогнетриви, отримані з неї мають структуру, що характеризується нерозвиненим прямим зв'язком між кристалами, розділеними прошарками низькоплавких шпінелей, тому вироби з цієї маси мають недостатню механічну міцність при високих (1500-1650°C) температурах.

В основу винаходу поставлена задача створити таку шихту для виготовлення периклазошпінелідних вогнетривів, у якій шляхом зміни кількісного і якісного змісту інгредієнтів досягається можливість підвищення механічних характеристик у температурному інтервалі 1500-1650°C, зменшення додаткового зсідання при 1650°C, збільшення металошлакоустійкості, що у свою чергу збільшує термін служби вогнетривів.

Для рішення задачі запропонована шихта для виготовлення периклазошпінелідних вогнетривів, що містить зернистий і тонкомелений периклазовий порошок і тимчасове зв'язування; вона додатково містить зернистий і тонкомелений хромконцентрат, відповідно до винаходу, компоненти узяті в наступному співвідношенні, мас %:

зернистий і тонкомелений периклаз	65-75;
зернистий і тонкомелений хромконцентрат	20-33;
зв'язування	інше.

У переважному варіанті використовується зернистий і тонкомелений периклаз різного хімічного складу, зі змістом від 88 до 97% MgO при співвідношенні периклазів 1:2, а також зернистий і тонкомелений хромітовий концентрат, а співвідношення тонкомелених периклаза і хромконцентрата складає 0,43-2,33 і співвідношення зернистого і тонкомеленого хромконцентрата складає 0,37-3,0. Уведення до складу шихти периклаза різного хімічного складу з 88-97% MgO в сполученні з зернистим і тонкомеленим хромконцентратом забезпечує створення прямих зв'язків "периклаз-хромшпінелід-периклаз", що збільшує механічні характеристики при високих температурах, в інтервалі 1500-1650°C, збільшує металошлакоустійкість і зменшує додаткове зсідання при 1650°C, що у свою чергу збільшує стійкість вогнетривів у службі.

Зміст у шихті менш 65% зернистого і тонкомеленого периклаза різного хімічного складу і зернистого і тонкомеленого хромконцентрата менш 20% не забезпечує високі показники механічних характеристик при температурі 1500-1650°C через те, що шпінелеутворювання відбувається не повною мірою і створення прямих зв'язків між кристалохімічними фазами утруднено, що позначається на властивостях виробів.

Зміст у шихті більш 75% зернистого і тонкомеленого периклаза різного хімічного складу і зернистого і тонкомеленого хромконцентрата більш 33% не забезпечує високі показники по металошлакоустійкості і додатковому зсіданні при 1650°C через те, що відбувається ріст виробів у процесі випалу за рахунок більш повного шпінелеутворювання і порушення щільності вогнетриву, що негативно позначається на стійкості вогнетривів у службі.

Зміст у шихті від 65 до 75% зернистого і тонкомеленого периклаза різного хімічного складу і зернистого і тонкомеленого хромконцентрата від 20 до 31% сприяє досягненню максимальної щільності укладання часток, вибір зернового складу шихти обумовлений необхідністю найбільш щільного упакування зерен, одержання щільно спеченого черепка необхідного фазового складу, що у свою чергу забезпечує високі фізико-керамічні показники виробів.

За наявними у авторів відомостями пропонується сукупність ознак, що характеризують сутність винаходу, - невідома на рівні техніки. Отже винахід відповідає критерію "новизна".

Для готування вогнетривких шихт беруть зернистий і тонкомелений хромконцентрат, зернистий і тонкомелений периклаз;

зернистий хромконцентрат змішують із зернистим периклазовим порошком у змішувальних бігунах протягом 1,5-3 хвилин, воложать ЛСТ щільністю 1,22г/см<sup>3</sup> (тимчасове зв'язування) і додають тонкомелену складову хромконцентрата і периклазового порошку, у кількості, зазначеній у таблиці 5. Перемішують протягом 3 хвилин, після чого з маси пресують вогнетриви на пресі "Lais" фірми "Lais Bauher" (Німеччина) при питомому тиску 13МПа (1300кг/см<sup>2</sup>) і обпалюють у тунельних печах при температурі 1730-1740°C при 15 прогонах на добу.

Хімічний і зерновий склад вихідних периклазових порошоків і хромконцентрата з яких виготовляють вихідні шихти наведені в таблицях 1-4.

Таблиця 1

Хімічний склад вихідних матеріалів

Речовина	Склад						
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	витрати на прокалювання
Периклаз	0,65	0,65	0,6	1,4	97,0	-	-
Периклаз	0,75	7,9	0,8	2,55	88,0	-	-
Хромітовий концентрат	1,2	21,5	11,87	0,6	14,4	45,4	5,03

Склади вогнетривких шихт з яких пресують вироби, обпалюють і піддають іспитам наведені в таблиці 5. Дані іспитів виробів із відповідних шихт представлені в таблиці 6. Як видно з таблиць 5 та 6 чи перевищення чи

заниження пропонованого змісту периклазового порошку різного хімічного складу і хромконцентрата в масі різко погіршує високотемпературні механічні характеристики при 1500-1650°C, додаткове зсідання при 1650°C, а також, металошлакостійкість.

Чи перевищення чи заниження пропонованих співвідношень зернистого і тонкомеленого хромконцентрата, а також співвідношення тонкомелених периклазового порошку і хромконцентрату у пропонованих межах також приводить до погіршення високотемпературних механічних характеристик при 1500-1650°C.

Таблиця 2

Зерновий склад хром концентрату

Компоненти хромконцентрату, мм	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	витрати на прокалювання
Зернистий хромконцентрат, фр. 1-0 мм	1,20	21,07	11,90	0,60	14,80	46,40	4,03
Тонкомолотий хромконцентрат фр. <0,063 мм	1,25	20,80	11,80	0,60	14,20	47,50	3,85

У порівнянні з прототипом спостерігається різке збільшення фізико-керамічних показників зразків із шихт пропонованого складу.

Таким чином, аналіз фізико-керамічних властивостей дозволяє зробити висновок про доцільність виготовлення периклазошпінелідних вогнетривів із шихт пропонованого складу.

Сутність патентуемого об'єкта винаходу не впливає явно для фахівців з відомого рівня техніки. Сукупність ознак, що характеризують відоме рішення, не забезпечує досягнення нових властивостей, і тільки наявність перерахованих відмітних ознак дозволяє одержати нові властивості, новий технічний результат. Отже пропонований матеріал відповідає критерію "винахідницький рівень".

Пропонований матеріал був створений і випробуваний на ОАО "Запоріжвогнетрив" (м. Запоріжжя, Україна) і забезпечує одержання.

Таблиця 3

Компоненти периклаза у дослідній шихті

Компоненти периклаза	Склад, %					
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	витрати на прокалювання
Зернистий периклазовий порошок, фр. 3-1 (співвідношення периклазів 1:1)	0,7	4,27	0,7	1,83	92,5	-
Зернистий периклазовий порошок, фр. 3-1 (співвідношення периклазів 1:2)*	0,68	3,07	0,67	1,58	94,0	-
* Одна частина - периклаз з кількістю MgO не менш 88%. Дві частини - периклаз з кількістю MgO не менш 97%.						

Таблиця 4

Співвідношення компонентів

Компоненти	Склад, фракцій у відсотках, мм				
	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,063	менш 0,063
Зернистий периклазовий порошок, фр. 3-1 мм	52,8	42,5	3,2	1,5	
Зернистий хромитовий концентрат, фр. 1-0 мм	-	-	15,0	80,0	5,0
Тонкомелена суміш периклазу та хромитового концентрату	-	-	-	-	93-98

Таблиця 5

Фракційно-параметричні характеристики шихт

№ шихти	Периклазовий порошок, %	Хромитовий концентрат, %	Тимчасове зв'язування, %	Співвідношення тонкомеленого периклазу та хромконцентрату	Співвідношення зернистого та тонко меленого хромконцентрату	По фракційно			
						Зернистий периклазовий порошок, фр. 3-1 мм, %	Тонкомелений периклазовий порошок, фр. <0,063 мм, %	Зернистий хромконцентрат, фр. 1-0 мм, %	Тонкомелений хромконцентрат, фр. <0,063 мм, %
1	70	27,5	2,5	1	0,48	55	15,0	9,0	18,5
2	70	27,5	2,5	1	0,78	56,5	13,5	12,0	15,5
3	70	27,5	2,5	1	1,20	53,5	16,5	15,0	12,5
4	65	33,0	2,0	2,33	0,37	44,0	21,0	9,0	24,0
5	65	33,0	2,0	2,33	0,57	46,1	18,9	12,0	21,0
6	65	33,0	2,0	2,33	0,83	41,9	23,1	15,0	18,0
7	65	33,0	2,0	0,43	0,37	56,0	9,0	9,0	24,0

8	65	33,0	2,0	0,43	0,57	56,9	8,1	12,0	21,0
9	65	33,0	2,0	0,43	0,83	55,1	9,9	15,0	18,0
10	75	20,0	5,0	2,33	0,82	54,0	21,0	9,0	11,0
11	75	20,0	5,0	2,33	1,50	56,1	18,9	12,0	8,0
12	75	20,0	5,0	2,33	3,00	51,9	23,1	15,0	5,0
13	75	20,0	5,0	0,43	0,82	66,0	9,0	9,0	11,0
14	75	20,0	5,0	0,43	1,50	66,9	8,1	12,0	8,0
15	75	20,0	5,0	0,43	3,00	65,1	9,9	15,0	5,0

Таблиця 6

## Характеристики властивостей вогнетривів

№ шихти	Додаткове зсідання при 1650°C		Межа міцності при стисканні. МПа температура випробування 500°C		Межа міцності при стисканні. МПа температура випробування 1650°C		Глибина прописування розплавленою шлакометалевою сумішшю, мм (тигельний метод – 1550°C. витримка 4 години)	
	1:1	1:2	1:1	1:2	1:1	1:2	1:1	1:2
1	0,20	0,19	40	44	20	21	3,5	3,5
2	0,13	0,12	45	47	22	23	3,4	3,3
3	0,19	0,18	42	43	21	22	3,7	3,6
4	0,23	0,22	38	47	19	20	3,9	3,6
5	0,27	0,25	40	44	20	23	3,7	3,4
6	0,25	0,23	36	43	18	21	4,0	3,7
7	0,20	0,19	39	43	18	22	4,2	3,9
8	0,23	0,21	42	46	21	24	3,9	3,6
9	0,19	0,20	40	42	20	21	4,5	3,8
10	0,23	0,22	43	45	21	23	4,3	3,5
11	0,26	0,24	47	49	23	26	4,0	3,7
12	0,21	0,21	42	46	20	22	4,4	3,6
13	0,22	0,21	40	44	19	23	4,7	3,7
14	0,25	0,23	43	47	20	25	4,2	3,8
15	0,21	0,19	41	43	18	22	4,6	3,6
Прототип	0,98		29		13		9,7	
По винаходу. за мінімальною межею інтервалу патенту	0,35		32		15		9,6	
По винаходу. за максимальною межею інтервалу патенту	0,43		35		14		5,9	

1:1 - співвідношення нериклазов 88% MgO:97% MgO

1:2 - співвідношення периклазов 88% MgO:97% MgO

більш високого технічного результату при виробництві периклазошпінелідних вогнетривів.

Таблиця 7

## Порівняльний аналіз стійкості досліджених вогнетривів з патентуємою шихти і традиційної вогнетривкої продукції

Підприємство	Місце служби, агрегат	Стійкість вогнетривів виробництва ВАТ "Запоріжжя вогнетрив", плавок	Фірма-постачальник/ стійкість вогнетривів, плавок		Коефіцієнт стійкості
ММК ім. Ілліча (м. Маріуполь)	Мартенівська піч №1, головне склепіння; Мартенівська піч №2, головне склепіння	285 314	"Ловінит" (Словаччина) /241		1,15 1,16
ОДО НТЗ (м. Дніпропетровськ)	Мартенівська піч №2, головне склепіння;	331	"Ловінит" (Словаччина)/ 241	ВАТ "Комбінат Магнезит" (Росія) / 208	1,45/1,57
ККГМК "Криворіжсталь" (м. Кривий Ріг)	Двованный сталеплавильний агрегат, ДСПА-6, головне склепіння;	1774	ВАТ "Комбінат Магнезит" (Росія) / 1434		1,24

Шихта пропонованого складу була випробувана в промислових умовах при виготовленні периклазошпінелідних вогнетривів на ВАТ "Запоріжжвогнетрив". Із січня 2001 року по март 2002 року було виготовлено близько 8,5 тисяч тонн вогнетривів із шихти пропонованого складу.

Проведені іспити показали високі експлуатаційні показники і збільшення терміну служби досвідних вогнетривів на різних металургійних комбінатах України в порівнянні з вогнетривами ведучих фірм - світових постачальників.

Показники порівняльного аналізу приведені в таблиці 7. Отже - шихта, що заявляється, для виготовлення периклазошпінелідних вогнетривів відповідає критерію "промислова застосовність".