

Классификация огнеупорных материалов для металлургической промышленности и литейного производства

Студент группы 10404129 Шмурадко Н.А.

Научный руководитель - Коренюгин С.В.

Белорусский национальный технический университет

Огнеупоры – это материалы на основе техногенного минерального сырья, способные сохранять без существенных нарушений свои функциональные свойства при работе в среде высоких температур и агрессивных сред. Служат в литейном и металлургическом производстве в качестве защитных покрытий (футеровки) плавильных печей и ковшей, наполнителей песчаных форм, а также для ремонта тепловых агрегатов.

Основой большинства видов огнеупорных материалов являются: оксиды (Al_2O_3 $T_{пл} - 2050^\circ C$), кремнезем $T_{пл} - 1713^\circ C$ и силикаты на его основе, карбиды (SiC $T_{пл} - 2500^\circ C$), нитриды (BN $T_{пл} - 2700^\circ C$), бориды (ZrB_2 $T_{пл} - 2800^\circ C$).

Огнеупорные материалы являются важным компонентом в процессах литейного производства, так как они должны выдерживать высокие температуры и химические агрессивные среды, которые присутствуют во время процесса литья металла.

Существует несколько типов огнеупорных материалов, которые используются в литейном производстве: кремнеземистые (динасовые, кварцевые); алюмосиликатные (полукислые, шамотные, высокоглиноземистые); основные (магнезиальные, магнезиально-шпинелидные, магнезиально-силикатные, магнезиально-известковые, известковые); цирконистые. Выбор конкретного типа огнеупора зависит от конкретного процесса литейного производства, условий эксплуатации и химических свойств расплава.

Огнеупоры – материалы и изделия преимущественно на основе минерального сырья, обладающие огнеупорностью не ниже $1580^\circ C$.

Современные огнеупорные материалы, используемые в литейном производстве и металлургии, классифицируются по огнеупорности, химическому составу (табл. 1), пористости (табл. 2), формованные и неформованные огнеупорные материалы (табл. 3). По огнеупорности огнеупорные материалы разделяют на три группы: огнеупорные ($1580^\circ C - 1770^\circ C$), высокоогнеупорные ($1770^\circ C - 2000^\circ C$) и высшей огнеупорности (выше $2000^\circ C$) (рисунок 1).

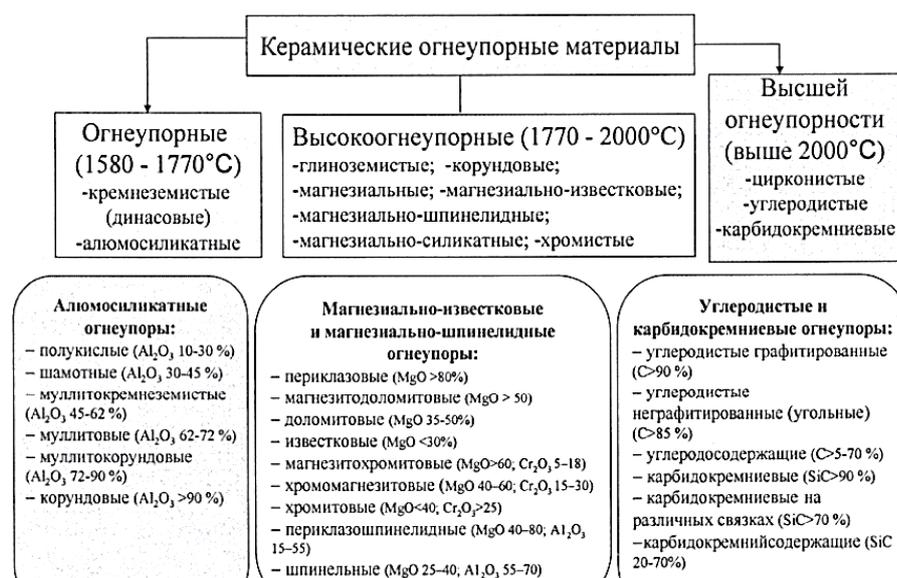


Рисунок 1 - Классификация огнеупорных материалов по огнеупорности

По химическому составу огнеупоры бывают: кислые (основа SiO_2); основные (основа MgO и CaO); нейтральные (основа Al_2O_3 и Cr_2O_3). По химико-минералогическому составу они подразделяются на 15 типов, 38 групп (табл. 1).

Таблица 1 – Классификация огнеупоров по химическому составу

№	Минеральный тип огнеупоров	Минеральная группа	Содержание базовых химических соединений в огнеупорах, %
1	2	3	4
1	Кремнеземистые	Из кварцевого стекла	$\text{SiO}_2 > 97$
		Динасовые	$\text{SiO}_2 > 93$
		Динасовые с добавками	$80 \leq \text{SiO}_2 < 93$
		Кварцевые	$\text{SiO}_2 \geq 80$
2	Алюмосиликатные	Полукислые	$\text{SiO}_2 < 95, \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 28$
		Шамотные	$28 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 45$
		Муллитокремнеземистые	$45 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 62$
		Муллитовые	$62 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 72$
		Муллитокорундовые	$72 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 90$
		Из глиноземистого стекла	$40 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 90$
3	Глиноземистые	Корундовые	$\text{Al}_2\text{O}_3 > 90$
4	Глиноземизвестковые	Алюминаткальциевые	$\text{Al}_2\text{O}_3 > 65$ $10 \leq \text{CaO} \leq 35$
5	Магнезиальные	Периклазовые	$\text{MgO} \geq 85$
6	Магнезиально – известковые	Периклазо-известковые	$50 < \text{MgO} < 85$ $10 \leq \text{CaO} < 45$
		Периклазо-известковые	$35 < \text{MgO} < 75$
		Стабилизированные	$15 < \text{CaO} \leq 40$ $\text{CaO} : \text{SiO}_2 > 2$
		Известково-периклазовые	$50 < \text{MgO} \leq 50$ $45 \leq \text{CaO} \leq 85$
7	Известковые	Известковые	$\text{CaO} \geq 85$
8	Магнезиально – шпинельные	Периклазо-хромитовые	$\text{MgO} \geq 60$ $5 \leq \text{Cr}_2\text{O}_3 \leq 20$
		Хромито-периклазовые	$40 \leq \text{MgO} < 60$ $15 \leq \text{Cr}_2\text{O}_3 \leq 35$
		Хромитовые	$\text{MgO} < 40, \text{Cr}_2\text{O}_3 > 30$
		Периклазо-шпинелидные	$50 \leq \text{MgO} < 85$ $5 \leq \text{Cr}_2\text{O}_3 \leq 20$ $\text{Al}_2\text{O}_3 \leq 25$
		Периклазо-шпинельные	$\text{MgO} > 40$ $5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 55$
		Шпинельные	$25 \leq \text{MgO} \leq 40$ $55 < \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 70$

9	Магнезиально – силикатные	Периклозофорстеритовые	$65 \leq \text{MgO} < 85, \text{SiO}_2 \geq 7$
		Форстеритовые	$50 \leq \text{MgO} < 65, 25 \leq \text{SiO}_2 \leq 40$
		Форстеритохромитовые	$45 \leq \text{MgO} < 60, 20 \leq \text{SiO}_2 \leq 30, 5 \leq \text{Cr}_2\text{O}_3 \leq 15$
1	2	3	4
10	Хромистые	Хромоксидные	$\text{Cr}_2\text{O}_3 \geq 90$
11	Цирконистые	Бадделеитовые	$\text{ZrO}_2 > 90$
		Бадделеитокорундовые	$20 \leq \text{ZrO}_2 \leq 90, \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 65$
		Цирконовые	$\text{ZrO}_2 > 50, \text{SiO}_2 > 25$
12	Окисные	Специальные из огнеупорных оксидов: <i>BeO, MgO, CaO, Al₂O₃, Cr₂O₃, SiO₂, V₂O₅, Sc₂O₃, ZnO, ZrO₂ и др.</i>	Максимально достижимое содержание перечисленных оксидов, соединений и твердых растворов на основе этих оксидов
13	Углеродистые	Графитированные	$\text{C} > 98$
		Угольные	$\text{C} > 85$
		Углеродсодержание	$8 \leq \text{C} \leq 85$
14	Карбидкремниевые	Карбидкремниевые	$\text{SiC} > 70$
		Карбидкремнийсодержащие	$15 \leq \text{SiC} \leq 70$
15	Бескислородные	Из нитридов, боридов, карбидов, силицидов и других бескислородных соединений (кроме углеродистых)	Максимально достижимое содержание бескислородных соединений

Таблица 2 – Классификация огнеупоров по уровню плотности (пористости)

Классификация огнеупоров по плотности	Общая пористость, %	Кажущаяся открытая пористость, %	Закрытая пористость, %
Особоплотные	≤ 3	—	≤ 3
Высокоплотные	3 – 10	—	$> 3 - 10$
Повышенноплотные	10 – 16	10 – 16	—
Уплотненные	16 – 20	16 – 20	—
Среднеплотные	20 – 30	20 – 30	—
Низкоплотные	> 30	30 – 45	—
Высокопористые	45 – 75	45 – 70	—
Ультрапористые	75	> 75	—

Широкое применение в металлургии и металлургических процессах получили формованные и неформованные огнеупоры. К формованным относятся – кирпич, блоки, плиты, стаканы – дозаторы (СД), элементы шиберных затворов, стопор – моноблоки, погружные стаканы и др. штучные изделия. К неформованным относят – мертели, заправочные материалы, различные техногенные порошки, бетоны, массы.

Таблица 3 – Классификация неформованных материалов

Группа	Характеристика	Назначение
1	2	3
Огнеупорные порошки и заполнители	Огнеупорные материалы определенного зернового состава	Для изготовления огнеупорных изделий, масс, смесей, мертелей, изготовления и ремонта тепловых агрегатов, теплоизоляции и др.
1	2	3
Огнеупорные цементы	Микрозернистые, тонкодисперсные и ультрадисперсные огнеупорные материалы, твердеющие после смешивания со связкой	Для изготовления бетонных изделий, смесей, масс, покрытий и мертелей
Огнеупорные массы и смеси, в т. ч. бетонные	Массы – огнеупорные материалы, состоящие из огнеупорных порошков и заполнителей, связки (бетонные массы – вяжущего) и в необходимых случаях добавок (пластифицирующих, структурообразующих и др.), готовые к применению. Смеси – огнеупорные материалы, состоящие из огнеупорных порошков и заполнителей (бетонные смеси – также огнеупорного цемента), требующие введения связки	Для изготовления изделий, в т. ч. бетонных монолитных футеровок и их элементов, а также ремонтов огнеупорной кладки
Огнеупорные материалы для покрытий	Смесь тонкодисперсных огнеупорных материалов со связкой или без нее	Для нанесения в виде слоя, на несущего строительной нагрузки на рабочую поверхность огнеупорной или металлической конструкции с целью защиты ее от износа
Огнеупорные мертели	Смесь мелкозернистых огнеупорных материалов с пластифицирующими добавками или без них	Для заполнения швов и связывания огнеупорных изделий в кладке
Огнеупорные порошковые и кусковые полуфабрикаты	Огнеупорные материалы, нуждающиеся в дополнительной технологической обработке (плавлении, дроблении, измельчении,	Для изготовления огнеупоров

	смешивании, формовании, расфасовке и др.)	
Волокнистые теплоизоляционные материалы	Огнеупорные материалы, состоящие преимущественно из частиц, имеющих форму волокон	Для изготовления теплоизоляционных изделий и футеровок, уплотнения огнеупорной кладки и заполнения компенсационных швов

Заключение. Для получения качественной продукции методом литья необходимо использовать качественное сырье для изготовления форм, футеровки рабочих зон плавильных агрегатов и разливочных ковшей. Также надо учитывать рабочую среду огнеупорного материала: исключить химическое взаимодействие огнеупорного материала футеровки с агрессивными средами (расплавом, отходящими газами и шлаками).

Список используемых источников

1. Стрелов К. К., Мамыкин П. С. Технология огнеупоров. Изд. 3-е. Москва, «Металлургия», 1978 г. 370 с.
2. Огнеупорные изделия, материалы и сырье. Справочник. Изд. 3-е. Гурова М. И., Дервянченко Л. Д., Карклит А. К., Каторгин Г. М., Левчук В. В., Маранц А. Г., Соломинская И. Ю., Тихонова Л. А. М., «Металлургия», 1977. 216 с.
3. Волочко А. Т., Шипко А. А., Демин М. И., Будзинская А. В. Мониторинг применения огнеупорных материалов на предприятиях Республики Беларусь // Литье и металлургия, №4, 2011 г., с 53 – 59.