

ЛЕКЦІЯ «Алюмосилікатні вогнетривкі матеріали»

До алюмосилікатних вогнетривів належать вироби, що містять більше 30% Al_2O_3 і не більше 65% SiO_2 . У залежності від вмісту SiO_2 і Al_2O_3 алюмосилікатні вогнетриви поділяють на напівкислі (15-30% Al_2O_3), шамотні (30-45% Al_2O_3) і високоглиноземисті (більше 45% Al_2O_3). Вироби, що містять від 46 до 65% Al_2O_3 називають силіманітовими; від 65 до 75% - мулітовими; від 75 до 90% - мулітокорундовими і більше 90% - корундовими. Виготовлення вогнетривів того, або іншого виду залежить від сировини, що використовується.

Шамотні вогнетривкі вироби. Одним з видів алюмосилікатної сировини для шамотних вогнетривів є вогнетривкі глини. Зазвичай вогнетривкі глини містять глинозему від 23 до 35% і кремнезему від 50 до 70%. Вогнетривкість глин визначається відсотковим вмістом каолініту $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, зі збільшенням якого вогнетривкість глин підвищується.

У глині присутні різні домішки: кварц, глинозем, оксиди лужних та лужноземельних металів, оксиди Fe, Ti. Домішки знижують вогнетривкість глин. Глина складається в основному з дрібних часток, розмір яких близький до величини колоїдних часток, що обумовлюють пластичність і адсорбційну здатність глин.

Вміст гігроскопічної вологи в глинах в залежності від їх природи змінюється від 1 до 20%. Зі збільшенням вільної води в глинах до певної межі пластичність їх збільшується, вони вільно піддаються обробці, тобто легко формуються. Але зі збільшенням води понад певної норми, пластичність глин знижується, вони стають липкими і розріджуються.

При висушуванні відформованих виробів з глини при 110°C до повної втрати води, вони тверднуть, зберігаючи форму. При сушці з температурою 110°C не відбувається структурних змін у молекулі $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ і в інших подібних йому мінералах, тому фізичні властивості глини залишаються колишніми. Тільки при прожарюванні глини і каолініту до 500 - 800°C структура мінералу руйнується, глини повністю втрачають пластичність, яка при подальшому зволоженні не відновлюється.

При випалюванні глини відбувається руйнування гідратних форм мінералів, тобто видаляється кристалізаційна вода і відбувається спікання частинок.

По мірі нагрівання глини понад 800°C, зазвичай до температури 1360 - 1400°C, їх випалення супроводжується поступовим розм'якшенням під впливом плавлення домішок, які з наближенням до кінцевих температур випалу переходять в краплинорідкий стан і служать зв'язувальним матеріалом. Він обволікає частинки глини, ущільнює масу і цементує її в черепок.

Випалена глина називається шамотом. На першій стадії випалу при температурі 120-200°C видаляються залишки гігроскопічної вологи. На другій стадії при температурах від 200 - 900°C і вище окислюються органічні включення і сполуки заліза, відбувається розкладання карбонатів і сульфатів. На четвертій стадії при температурах 1300 - 1400°C відбуваються пірохімічні реакції з утворенням стійких мінеральних форм.

Підвищення температури випалу здійснюється зі швидкістю 12-20 град/год.

При виробництві шамоту застосовують пластичний і напівсухий методи пресування. При першому способі виготовлення формувальна маса складається з 50-60% шамоту і 50-40% вогнетривкої глини. Вологість формувальної маси 16-25%. Перемішану масу пресують у вигляді заготовочного безперервного бруса, який потім розрізають на брикети близькі за формою до готових виробів. Брикети допресовують під тиском

295-590 Н/см² (30-60 атм). При напівсухому методі пресування склад маси не міняється, але вологість її знижується до 7-9% і пресування здійснюється під більшим тиском. Перевага другого способу у тому, що усадка під час обпалу становить не більше 2-3%. Вироби отримують більш міцними, щільними, термостійкими і майже ідеальної форми.

Сирець, отриманий по одному із способів потім сушать і випалюють. Кінцева температура випалювання не перевищує 1400°C. Шамотні вироби містять від 30-45% Al₂O₃.

Робочі властивості шамотних виробів:

Вогнетривкість $t_{\text{вогн}} = 1580-1730^{\circ}\text{C}$;

Температура початку руйнування $t_{\text{п.р.}} = 1300-1400^{\circ}\text{C}$;

Гранична робоча температура

$t^{\text{max}} = 1200-1400^{\circ}\text{C}$;

Пористість $\Pi = 20-25\%$;

Термостійкість 50 теплоступнів.

Марки шамоту загального призначення:

- ША - шамот класу А, містить Al₂O₃- 38-40%, SiO₂ до 56%, $t_{\text{вогн}}$ не менш 1730°C.

- ШБ - шамот класу Б, містить Al₂O₃-35-38%, SiO₂ до 60%, $t_{\text{вогн}}$ не менш 1670°C.

- ШВ - шамот класу В, містить Al₂O₃ до 36%, SiO₂ до 60%,
 $t_{\text{вогн}} = 1580^{\circ}\text{C}$.

Марки шамоту специфічного призначення:

- Цегла марок ШПД-39, ШПД-41, ШПД-43 (цегла доменна) - для кладки доменних печей;

- Цегла марок ШКУ-32, ШКУ-37, ШКУ-39 (цегла ківшева) - для футеровки сталерозливних ковшів;

- Цегла марок ШАВ, ШАВ-33, ШБВ-30 (цегла ваграночна) - для футеровки вагранок;
- Цегла марок ШСП-32 (стопорні трубки, пробки та склянки) - для розливу сталі з ковша;
- Цегла марок ШГСП (пробки і склянки шамотно-графітові) - для розливу сталі з ковша.

Алюмосилікатні вогнетриви стійкі проти середніх і кислих розплавів, але не стійкі проти основних. Із збільшенням вмісту Al_2O_3 якість алюмосилікатних виробів від напівкислих до мулітокорундових зростає: вогнетривкість збільшується від $1580^{\circ}C$ до $1650^{\circ}C$, $t_{п.р.}$ з $1300^{\circ}C$ до $1650^{\circ}C$, а також поліпшується термостійкість і шлакостійкість, але разом з цим суттєво зростає і вартість.

Високоглиноземисті вогнетривкі вироби. З підвищенням вмісту Al_2O_3 при випаленні утворюються муліт $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ і корунд Al_2O_3 . Ці мінерали вогнетривкого черепка підвищують його хімічну стійкість по відношенню до основних і кислих шлаків, вони ж визначають високі хімічні та механічні властивості вогнетривів. Особливістю виробництва високо глиноземистих виробів є необхідність тонкого подрібнення технічного глинозему до порошку <60 мкм, що підвищує активну поверхню при спіканні Al_2O_3 . Сполучним матеріалом служить глина, яка теж подрібнюється до частинок діаметром 0,5 мм. Високоглиноземиста маса, що йде на виготовлення брикетів, складається з 80% Al_2O_3 і 20% вогнетривкої глини. Цю суміш ретельно перемішують в сухому стані і потім звожують. Далі брикетну масу пропускають крізь стрічковий прес і отримують брикети, які після сушіння направляють на випалювання. Випалювання здійснюють у обертових трубчастих печах при температурі $1700^{\circ}C$. З метою зниження температури спікання глинозему вводиться добавка мінералізаторів (наприклад, TiO_2 2-3%, що забезпечує спікання вже при температурі $1500^{\circ}C$).

Шамот, отриманий після випалу брикетів подрібнюють до певного зернового складу.

Після добавки складових компонентів (включно Fe_2O_3) подрібнену масу пресують в цеглу-сирець, висушують, а потім випалюють при температурі 1550-1600°C. Тривалість випалювання триває близько 128 годин. Вироби, які містять 73% Al_2O_3 і 0,7% Fe_2O_3 мають наступні властивості:

Межа міцності $\sigma = 90-120 \text{ МН/м}^2$; Вогнетривкість $t_{\text{вогн}} = 1840^\circ\text{C}$; Температура початку руйнування $t_{\text{п.р.}} = 1580^\circ\text{C}$; Температура кінця руйнування $t_{\text{к.р.}} = 1790-1800^\circ\text{C}$; Пористість $\Pi = 16-20\%$; Термостійкість 25 теплоступнів.

Виробництво різноманітних марок мулітокорундових виробів здійснює ВАТ «Запорожжогнеупор».

Галузь застосування :

- МКВ-72 (мулітокорундовий), для кладки повітронагрівачів і повітропроводів гарячого дуття доменних печей;
- МКС-72 (корундовий високоглиноземистий), для кладки різноманітних теплових агрегатів;
- МККС-72 (мулітовий и мулітокорундовий), для футеровки сталерозливних ковшів.