



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **110732**

(13) **U**

(51) МПК

C04B 14/04 (2006.01)

C04B 7/17 (2006.01)

C04B 7/32 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2016 02713**

(22) Дата подання заявки: **18.03.2016**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **25.10.2016**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **25.10.2016, Бюл.№ 20**

(72) Винахідник(и):

**Сердюк Василь Романович (UA),
Сідлак Олександр Сергійович (UA),
Вакулов Володимир Леонідович (UA),
Ковальський Віктор Павлович (UA),
Христич Олександр Володимирович (UA)**

(73) Власник(и):

**ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021
(UA)**

(54) СПОСІБ ТЕРМІЧНОЇ АКТИВАЦІЇ В'ЯЖУЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МІНЕРАЛЬНИХ ТЕХНОГЕННИХ ПРОДУКТІВ

(57) Реферат:

Спосіб термічної активації в'язучих властивостей мінеральних техногенних продуктів у вигляді золи-виносу, шлаків, що містять оксиди кальцію, кремнезем і глинозем, що включає нагрів продукту, витримку при заданій температурі, подальше охолодження, причому нагрів золи або шлаку проходить при температурі 600-1200 °С протягом 10-30 хв., з використанням НВЧ-опромінювання, витримку здійснюють 3-5 хв., а охолодження проводять у природних умовах.

UA 110732 U

Корисна модель належить до промисловості будівельних матеріалів, а саме до способу термічної активації в'язучих властивостей техногенних мінеральних продуктів у вигляді зол або шлаків, що містять оксид кальцію, кремнезем і глинозем. Ефективність введення сухих пилоподібних зол при виготовленні цементних бетонних і розчинних сумішей проявляється в тому, що вони виконують функцію активних мінеральних добавок і мікронаповнювачів в цементних бетонах.

Відомий спосіб підвищення в'язучих властивостей мінеральної техногенної продукції, що містить оксид кальцію, кремнезем і глинозем у вигляді доменного гранульованого шлаку шляхом його нагрівання до 400-800 °С і витримки при зазначених температурах протягом 20 хв. і подальшого природного охолодження (Каушанський В.Є., Боженова О.Ю., Трубіцин А.С. Вплив термообробки шлакової складової портландцементу на його активність. // Цемент і його застосування. 2001 № 3, с. 25-26).

Недоліком вказаного способу слід вважати відносно низький рівень підвищення в'язучих властивостей суміші, що включає шлак, активований нагрівом.

Найбільш близьким до способу, що заявляється, є спосіб термічної активації в'язучих властивостей мінеральних техногенних продуктів у вигляді зол або шлаків, що містять оксиди кальцію, кремнезем і глинозем, який включає нагрів продукту, витримку при заданій температурі, подальше охолодження та тонке його подрібнення, золу або шлак нагрівають до температури 1200-1350 °С за 3-5 хвилин, витримують при зазначених температурах протягом 5-10 хвилин, а потім охолоджують до 800-1000 °С за 1-2 хвилини (Патент РФ № 2456251, М. кл. C04B 8/14, опубл. 20.042012).

Недоліком вказаного способу слід вважати високу складність та високу енергоємність термічної обробки та додаткового охолодження, відносно недостатній рівень підвищення в'язучих властивостей золи-виносу або шлаку, активованих таким способом нагріву.

Крім того, даний спосіб має технологічні труднощі реалізації через дисперсність матеріалів, тобто у вигляді порошків зол ТЕС і саме шлаків, які розпадаються при нагріві, мають високу міжзернову порожнистість порошків, самі процеси форсованого нагрівання та охолодження технологічно складно реалізувати в промисловому масштабі через технологічну складність та високу енергозатратність.

Технічною задачею корисної моделі є підвищення в'язучих властивостей мінеральної техногенної продукції металургії та енергетики, у вигляді шлаків або золи-виносу, що містять оксиди кальцію, кремнезему, глинозему і зниження енергоємності процесу додаткового нагрівання та підвищення технологічності процесу активації.

Поставлена задача вирішується тим, що термічна активація мінеральної техногенної продукції металургії та енергетики у вигляді шлаків або зол, що містять оксид кальцію, кремнезем і глинозем включає нагрів продукту до температури 600-1200 °С за 10-30 хв. з використанням СВЧ-випромінювання, витримку при зазначених температурах протягом 3-5 хвилин і подальше природне охолодження.

Серед особливостей мікрохвильового нагріву можна назвати нагрівання зразків у всьому об'ємі речовини і відповідно рівномірне його нагрівання, високу швидкість та низьку інерційність нагріву, можливість здійснення виборчого нагрівання окремих оксидів, що містяться в золі або шлакові. До речовин, які активно поглинають мікрохвилі, швидко і ефективно нагріваються в надвисокочастотному НВЧ-полі, можна віднести оксиди заліза і залишки незгорілого вуглецю, води, хоча оксиди алюмінію, магнію кремнію прогріваються значно гірше.

Хімічний склад золи коливається залежно від родовищ вугілля. Зазвичай зола складається з оксидів кремнію, алюмінію, титану, калію, натрію, заліза, кальцію, магнію. Більш детальні аналізи мінеральної частини твердих палив показують, що в золі в невеликих кількостях можуть бути й інші елементи, наприклад, германій, бор, миш'як, ванадій, марганець, цинк, уран, срібло, ртуть, фтор, хлор.

Приблизний вміст основних оксидів у золах різних ТЕС (%): SiO_2 -37-63; Al_2O_3 -9-37; Fe_2O_3 -4-17; CaO -1-32; MgO -0,1-5; SO_3 -0,05-2,5; $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ -0,5-5. Втрати при нагріванні, що характеризують вміст у золі незгорілих вуглецевих частинок, можуть коливатись в широкому діапазоні 0,5-30 %. При проведенні експериментів була використана зола-винос Ладизинської ТЕС (табл. 1).

Таблица 1

Хімічний склад золи винесення Ладизинської ТЕС

| № проб | Вміст оксидів, у %. | | | | | | | | | | |
|--------|---------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|------|------|-----------------|------------------|-------------------|-------|
| | в.п.п | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | TiO ₂ | CaO | MgO | SO ₃ | K ₂ O | Na ₂ O | сума |
| 1 | 1,0 | 55,9 | 23,83 | 10,19 | 1,14 | 2,89 | 1,19 | 0,29 | 2,5 | 0,76 | 99,96 |
| 2 | 1,7 | 54,6 | 22,72 | 11,01 | 1,05 | 3,9 | 0,15 | 0,62 | 2,55 | 0,75 | 99,05 |
| 3 | 0,73 | 56,6 | 23,08 | 11,48 | 0,87 | 3,26 | 0,76 | 0,4 | 2,01 | 0,74 | 99,93 |
| 4 | 0,9 | 56,2 | 22,88 | 11,28 | 0,9 | 2,82 | 0,98 | 0,54 | 2,51 | 0,76 | 99,77 |

Термоактивація золи-виносу проводилась з використанням лабораторної муфельної печі PLF 130/6 з об'ємом камери 6,3 літра, температурою макс./роб. 1300/1250 °С, потужністю 2,5 кВт з тривалістю виходу на робочу температуру 65 хвилин та лабораторної установки у вигляді печі надвисокочастотного (НВЧ) випромінювання з генерацією коливань на частоті 2450 МГц потужністю 800 Вт. Основу лабораторної установки НВЧ склали: силовий трансформатор з двома вторинними обмотками (напруження і анодного живлення); високовольтний конденсатор і високовольтний діод. Первинна обмотка трансформатора підключається до мережі через фільтр електромагнітної сумісності і комутаційний пристрій, який управляється блоком управління. Лабораторна установка отримувала живлення від звичайної електромережі з напругою 220 вольт. Функціональна схема комплектуючих лабораторної установки є ідентичною сучасним печам НВЧ випромінювання.

Оцінка термоактивації зол-виносів оцінювалась порівнянням гідравлічної міцності на стиск зольно-пісчаних зразків при співвідношенні 1 частина золи-виносу та 3 частини стандартного піску та при постійному водотвердому відношенні (В/Т=0,66) за аналогією випробувань цементу (ДСТУ Б В.2.7-187:2009). При проведенні оцінки термоактивації використовувалась традиційна зола-винос, зола-винос активована з використанням НВЧ випромінювання та термоактивована зола-винос у високотемпературній електропечі (прототип).

Таблица 2

Результати випробування золи-виносу

| Температура активації, °С | Густина золи-виносу після активації г/см ³ | Початок тужавіння, год. хв. | Щільність, кг/м ³ | Міцність при стиску, МПа |
|---------------------------|---|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|
| неактивована | 1205 | 5 год. 45 хв. | 1,76 | 0,32 |
| 600 | 1190 | 5 год. 05 хв. | 1,63 | 0,41 |
| 800 | 1164 | 4 год. 20 хв. | 1,52 | 0,47 |
| 1200 | 1170 | 4 год. 00 хв. | 1,56 | 0,49 |
| 600 | 1200 | 5 год. 45 хв. | 1,73 | 0,32 |
| 1200 | 1200 | 5 год. 30 хв. | 1,70 | 0,37 |
| прототип ((RU) № 2456251 | | | | |

Поглинання НВЧ - випромінювання обумовлено тим, що рух диполів (полярних молекул чи інших відокремлених груп атомів) набуває певну орієнтацію, пов'язану з характером накладеного поля. Хаотичність обертального (і коливального) руху молекул приводить до виділення теплової енергії. При частоті 2,45 ГГц орієнтація диполів молекул і їх розупорядкування може відбуватися кілька мільярдів раз в 1 секунду, що і призводить до внутрішнього тертя молекул та швидкого розігріву золи. Ефект зростання дисперсності та гідравлічної активності золи-виносу після її термоактивації пов'язаний саме з тим, що поглинання НВЧ- випромінювання забезпечує молекулам певну свободу їх обертального (коливального) руху. Якщо диполь пов'язаний з матрицею жорстко і такі коливання слабкі, то і помітного поглинання енергії не відбувається.

Електромагнітні хвилі НВЧ діапазону впливають на фізико-хімічні процеси, що відбуваються в різних діелектричних матеріалах при їх нагріві. Зростання гідравлічної активності техногенної продукту зумовлено збільшенням дисперсності золи після опромінення та фазовими змінами в її складі. Крім того, при нагріванні золи можливе утворення додаткових гідравлічних фаз у вигляді силікатів і алюмоферитів кальцію за рахунок алюмосилікатного скла золи, що взаємодіє

з вільною вапном, що входить до її складу. Під дією НВЧ опромінення і високої температури можлива активація аморфного SiO_2 (оксиду кремнію) і руйнація мікросфер золи, що сприяє зростанню гідралічної активності золи і проявляється в зростанні швидкості тужавіння золопідсаної суміші та її механічної міцності.

5 Застосування термоактивації золи-виносу запропонованим способом дозволить збільшувати активність мінеральних в'язучих при введенні до його складу активованої техногенної добавки золи-виносу. Найбільший ефект слід очікувати при використанні термоактивованої золи-виносу, її спільний помел з клінкером в порівнянні зі шлаком є менш енерговитратний.

10 Ефективність перетворення енергії електричного поля в тепло зростає прямо пропорційно частоті коливань і квадрату напруженості електричного поля. Практично до будь-якої ділянки матеріалу передається НВЧ енергія і НВЧ нагрів забезпечує можливість практично миттєвого вимикання теплового впливу на матеріал.

15 НВЧ нагрів має високий ККД перетворення НВЧ енергії в теплову енергію, теоретичне значення ККД близький до 100 %, а теплові втрати у підвідних трактах зазвичай мінімізовані, стінки хвилеводів і робочих камер залишаються практично холодними. Очікувана економія використання може становити - в якості активної добавки в клінкерних цементах замість неактивованої звичайної золи-виносу до 30 % і як безклінкерне в'язуче в сумішах для кладки і сухих будівельних сумішах до 40 %.

20

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

25 Спосіб термічної активації в'язучих властивостей мінеральних техногенних продуктів у вигляді золи-виносу, шлаків, що містять оксиди кальцію, кремнезем і глинозем, що включає нагрів продукту, витримку при заданій температурі, подальше охолодження, який **відрізняється** тим, що нагрів золи або шлаку проходить при температурі 600-1200 °С протягом 10-30 хв., з використанням НВЧ-опромінювання, витримку здійснюють 3-5 хв., а охолодження проводять у природних умовах.

Комп'ютерна верстка О. Рябко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601