



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **92438** (13) **U**
(51) МПК
C09K 103/00 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

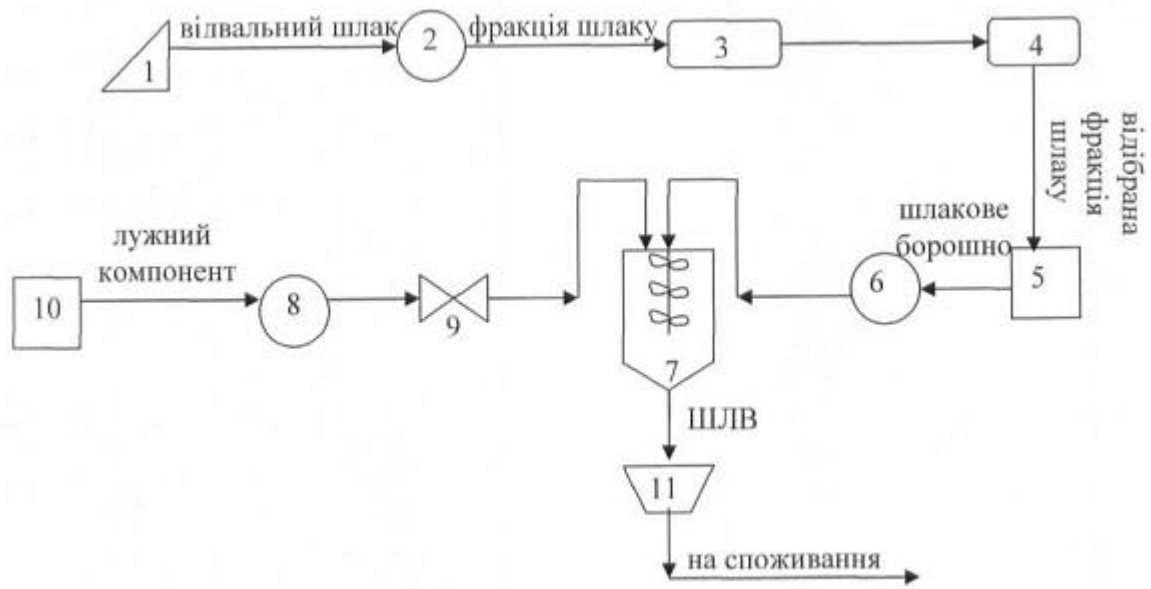
(21) Номер заявки: u 2014 03571	(72) Винахідник(и): Хоботова Еліна Борисівна (UA), Калмикова Юлія Сергіївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 07.04.2014	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 11.08.2014	(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Петровського, 25, м. Харків, 61002 (UA), Хоботова Еліна Борисівна, вул. Академіка Павлова, 311, кв. 148, м. Харків, 61168 (UA), Калмикова Юлія Сергіївна, вул. Другої П'ятирічки, 37/8, кв. 103, м. Харків, 61000 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.08.2014, Бюл.№ 15	

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ РАДІАЦІЙНО-БЕЗПЕЧНИХ ШЛАКОЛУЖНИХ В'ЯЖУЧИХ НА ОСНОВІ ВІДВАЛЬНИХ ДОМЕННИХ ШЛАКІВ І ЛУЖНИХ КОМПОНЕНТІВ

(57) Реферат:

Спосіб виготовлення радіаційно-безпечних шлаколужних в'язучих на основі відвальних доменних шлаків і лужних компонентів шляхом розсіювання на фракції доменного шлаку, подрібнення і перемішування певної фракції шлаку і водного лужного компонента. Виготовлення шлаколужних в'язучих проводять з використанням у технологічному процесі подрібнених фракцій відвальних доменних шлаків із значним вмістом гідралічно активних мінералів і низьким рівнем радіоактивності, затвором і перемішуванням шлакового компонента з 20 % розчином NaOH або 42,4 % розчином метасилікату натрію $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ або зі содолужним плавом як відходом виробництва.

UA 92438 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до складів і технології виготовлення шлаколужних в'язучих (ШЛВ) і може бути використана в промисловому і цивільному будівництві для приготування радіаційно-безпечних будівельних розчинів і бетонів.

Відомий спосіб отримання ШЛВ (RU 2370466 С1. Шлакощелочное вяжущее "Граунд" и способ его получения (варианты) / Ибрагимов Р.А. - Заявка 2008120276/03, 21.05.2008, опубл. 20.10.2009) включає зневоднення шлаків гранульованого доменного або електротермофосфорного і вулканічного попелу в сушильних барабанах, охолодження, дозування і подрібнення шлаку і попелу до фракції 0-80 мкм з поверненням при цьому на допомолювання відокремлюваної фракції і замішування лужним активатором складу, мас. %: водні розчини концентрації 20-25 % NaOH або 20-75 % кальцинованої соди, 25-75 % рідке скло щільністю 1,15-1,26 г/см³, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %: шлаковий компонент 81,8-94,2; лужний активатор (на сухе) 3,85-7,27; вулканічний попіл 1,92-9,09. Недоліками аналога є прив'язка параметрів технологічного процесу одержання ШЛВ до виду шлаків одного підприємства (Новолипецький металургійний комбінат), багатоступінчатість схеми подрібнення компонентів; енергоємність процесу зневоднення шлаку при температурі 150-250 °С; наявність додаткової стадії охолодження; складний склад шлакового компонента (присутність вулканічного попелу до 9 %) та лужного активатора: NaOH (або Na₂CO₃)+nNa₂SiO₃; висока вартість одержуваного ШЛВ.

Відомий аналог (RU 2377201 С1. Способ получения шлакощелочного вяжущего / Калинин А.М., Гуревич Б.И., Калинкина Е.В., Тюкавкина В.В. - Заявка: 2008126632/03, 30.06.2008, опубл. 27.12.2009) виготовлення ШЛВ на основі магнезійно-залізистих шлаків кольорової металургії при замішуванні подрібненого шлаку розчином лужного реагенту в присутності вуглекислого газу з парціальним тиском 0,03-0,1 МПа. Недоліком способу є вузька спрямованість на утилізацію тільки магнезійно-залізистих шлаків, забезпечення певного рівня вологості шлаку, проведення карбонізації при підтримці певного тиску CO₂, відсутність радіаційного контролю фракцій шлаків, висока вартість ШЛВ.

Відомий спосіб отримання ШЛВ (RU 2247697 С1. Шлакощелочное вяжущее / Косенко Н.Ф., Багирова Э.Г. - Заявка 2003119779/03, 30.06.2003, опубл. 10.03.2005), що містить, мас. %: шлак гранульований - 54,55-94,45, натрієве рідке скло - 4,09-40,9, двозаміщений ортосилікат натрію Na₂H₂SiO₄·8H₂O - 0,46-4,55. Недоліками аналога є обмеження у використанні тільки одного різновиду доменного шлаку - гранульованого у вигляді темних гранул неправильної форми різного складу, а не відвального, складність схеми перемішування компонентів, складний і дорогий склад лужного активатора: натрієве рідке скло + двозаміщений ортосилікат натрію.

Відомий аналог (RU 2412124 С1. Вяжущее / Шляхова Е.А., Акопян А.П., Хачатрян С.С., Сагателян С.С., Некрасова И.А., Шляхова Ю.А. - Заявка: 2009144422/03, 30.11.2009, опубл. 20.02.2011) отримання ШЛВ з використанням гранульованого шлаку, метасилікату натрію, золи-винесення і додатковим диспергуванням спільно з гранульованим шлаком і золю-винесення і добавкою сахарози, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %: метасилікат натрію в перерахунку на Na₂O - 5-7, зола-винесення - 6-8, сахароза - 0,05-0,5, гранульований шлак - решта.

Недоліками способу є прив'язка параметрів технологічного процесу отримання ШЛВ до виду відходів конкретних підприємств: шлаків Маріупольського металургійного заводу і золи-винесення Новочеркаської ГРЕС, ускладнення складу шлакового компоненту в результаті присутності золи-винесення сухого відбору електрофільтрів і сахарози, відсутність радіаційного контролю фракцій шлаків і золи-винесення, висока вартість ШЛВ за рахунок введення добавки сахарози.

Як прототип вибраний спосіб (RU 95100453 А1. Способ получения шлакощелочной бетонной смеси / Борбат П.Т., Лисица В.С., Надысев Ю.Ф. - Заявка: 95100453/33, 16.01.95, опубл. 27.06.1996), виходячи з якого шлаколужна бетонна суміш виходить при перемішуванні певної фракції меленого гранульованого шлаку, заповнювача (пісок, щебінь, деревні відходи, великі фракції того ж шлаку та інші місцеві матеріали) і водного лужного розчину (метасилікат або дисилікат натрію). Недоліками прототипу є використання тільки гранульованого доменного шлаку; витрати енергії на додаткову стадію пропускання через магнітно-вихрове поле з метою збільшення гідралічної активності шлаку, що в підсумку підвищує вартість ШЛВ; відсутність радіаційного контролю окремих гранулометричних фракцій шлаку; багатоступінчатість процесу диспергування шлаку і його прив'язка до моменту перемішування всіх компонентів бетонної суміші; короткочасність підтримки високої гідралічної активності в період 5-30 хв. перед перемішуванням за рахунок присутності свіжорозмолотих мінералів силікатів кальцію.

В основу корисної моделі поставлено задачу забезпечення високої гідралічної активності та одночасного зменшення питомої активності природних радіонуклідів утилізованого

шлакового компонента, вирішення екологічної проблеми за рахунок ліквідації шлакових відвалів при використанні фракцій відвальних доменних шлаків з 20 % розчином NaOH, 42,4 % розчином метасилікату натрію ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$), содоложним плавом (СЛП), як відходом виробництва, підтримання у часі високої активності в'язучого отримання ШЛВ низької вартості з високими характеристиками міцності та спеціальними властивостями: високою щільністю і жаростійкістю.

Задача вирішується за рахунок попереднього розсіювання відвальних доменних шлаків на гранулометричні фракції, використання в технологічному процесі фракцій з високим вмістом гідралічно активних мінералів і низьким рівнем радіоактивності, затворенням і перемішуванням шлакового компонента з одним з лужних компонентів: 20 % розчином NaOH, 42,4 % розчином метасилікату натрію $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ (щільність $\rho = 1,32 \text{ г/см}^3$), содоложним плавом як відходом виробництва, що представляє водний розчин з масовими частками компонентів, %: 33,7 Na_2CO_3 і 0,71 NaOH.

Схема способу виготовлення радіаційно-безпечних ШЛВ представлена на кресленні. Відвальний доменний шлак з шлакового відвалу 1 надходить до блока розсіювання 2, в якому за допомогою набору сит здійснюють поділ шлаку на гранулометричні фракції. Фракції шлаку послідовно аналізуються на радіаційну безпеку в блоці 3 і на гідралічну активність - в блоці 4. Відібрана фракція, що має високі гідралічні властивості і низьку питому радіоактивність, подрібнюється в кульовому млині 5 до питомої поверхні 270-495 $\text{м}^2/\text{кг}$. З кульового млина 5 шлакове борошно через дозатор 6 надходить на змішування шлаку і лужного компонента в ємність 7, яка оснащена лопатними мішалками. У ємність 7 через дозатор 8 і насос 9 подають лужний компонент (20 % розчин NaOH або 42,4 %-ий розчин метасилікату натрію ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$), або СЛП), який попередньо готують і зберігають у резервуарі 10. Ретельно перемішане готове до застосування ШЛВ надходить у резервуар 11, далі - на споживання. Спосіб відносно простий і може бути здійснений за допомогою стандартного устаткування.

Розглянутий спосіб має наступні переваги: збільшення гідралічної активності утилізованого шлакового компонента, забезпечення радіаційної безпеки одержуваного продукту, підвищення економічної та екологічної ефективності способу за рахунок використання відходу виробництва (відвального доменного шлаку), зниження питомих капіталовкладень, підтримання у часі високої активності в'язучого, отримання дешевих ШЛВ з високими характеристиками міцності, простота здійснення технологічного процесу, що використовується.

Вибір фракцій відвальних доменних шлаків підприємств: БАТ "Дніпровський металургійний комбінат ім. Ф.Е. Дзержинського" (ДМК); БАТ "Запоріжсталь"; ПАТ "Маріупольський металургійний комбінат імені Ілліча" (ММК); ПАТ "Алчевський металургійний комбінат" (АМК); БАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг" ("АрселорМіттал"), які можна вважати перспективними для отримання ШЛВ, та характеристики отриманих ШЛВ ілюструється такими прикладами.

Приклад 1. Стосується визначення гранулометричного складу відвальних доменних шлаків. Представницькі проби відвальних доменних шлаків відбиралися методом квартирування відповідно до правил, викладених у посібнику ("Радиационно-гигиеническая оценка строительных материалов, используемых в гражданском строительстве СССР. - К.в, 1987. - С. 21"). Розсіювання на гранулометричні фракції проводилися за допомогою набору сит на віброплощадці. Були виділені наступні фракції: > 20 мм, 10-20 мм, 5-10 мм, 2,5-5,0 мм, 1,25-2,5 мм, 0,63-1,25 мм і <0,63 мм.

Приклад 2. Стосується забезпечення радіаційної безпеки фракцій відвальних доменних шлаків. Гамма-спектрометричним методом визначалася величина ефективної питомої активності $C_{\text{еф}}$, яка дорівнює зваженій сумі питомих активностей радію-226, торію-232 і калію-40 (НРБУ-97):

$$C_{\text{еф}} = C_{\text{Ra}} + 1,31 C_{\text{Th}} + 0,086 C_{\text{K}}, \text{ Бк/кг},$$

де 1,31 і 0,086 - зважені коефіцієнти відповідно для торію-232 і калію-40 по відношенню до радію-226. Згідно з величиною $C_{\text{еф}}$ (таблиця 1), відвальні доменні шлаки і їх окремі фракції належать до першого класу радіаційної небезпеки при $C_{\text{еф}} \leq 370 \text{ Бк/кг}$. Подібні матеріали можуть використовуватися в будівництві без обмеження. При цьому враховується γ-випромінювання будівельного матеріалу і не враховується виділення з пор матеріалу продукту розпаду ^{226}Ra - ізоотопів радону, присутність яких у повітрі приміщень збільшує легеневу дозу опромінення людини. Як радіаційно-безпечні рекомендовані до утилізації фракції шлаків з одночасно найменшими величинами $C_{\text{еф}}$ і C_{Ra} , мм: >20 мм шлаку БАТ "Запоріжсталь"; <0,63; 1,25-2,5 і 2,5-5,0 мм шлаку ММК; <0,63 мм і середня проба шлаку ДМК; 2,5-5,0 і 5,0-10,0 мм шлаку АМК; середня проба шлаку "АрселорМіттал".

Приклад 3. Стосується визначення мінералогічного складу відвальних доменних шлаків на прикладі шлаку ММК. За допомогою рентгенофазового аналізу визначали мінералогічний склад

трьох фракцій шлаку, мм: > 10, 2,5-5,0, <0,63 (таблиця 2). За змістом гідралічно активних мінералів фракція 2,5-5,0 рекомендована до утилізації у виробництві ШЛВ.

Приклад 4. Стосується вибору фракцій шлаків, які одночасно характеризуються високими гідралічними властивостями і низькою питомою радіоактивністю. Вибір фракцій шлаків по гідралічній активності спирався на кількісні критерії практичної утилізації доменних шлаків у виробництві в'язучих матеріалів: співвідношення оксидів головних елементів, відповідність модульної класифікації, масова частка гідралічно активних мінералів.

Основні кількісні показники складу доменних шлаків, що впливають на їх вибір як компонент ШЛВ, та рекомендовані інтервали значень показників наведені в таблиці 3. Найбільш доцільно використовувати основні шлаки з модулем основності $Mo > 1$. У цьому випадку можна використовувати лужної компонент будь-якої групи: NaOH (I група), СЩП (II група) і метасилікат натрію (III група). Всі вибрані шлаки і фракції відповідають цьому критерію.

Згідно з модулем активності Ma , всі вибрані зразки шлаків належать до активних (таблиця 3). За співвідношенням оксидів практично у всіх шлаках завищено рекомендований інтервал 0,5-2,0, за винятком середньої проби шлаку ДМК і фракції > 20 мм "Запоріжсталь". Однак при використанні середніх проб шлаків ММК і "Запоріжсталь" величина відносини дещо зменшується. При цьому Ma і Mo не виходять за межі рекомендованих оптимумів. Таким чином можна використовувати відвальні доменні шлаки ММК і "Запоріжсталь" без розсіювання на фракції.

Відношення оксидів глинозему шлаку до оксиду натрію лужного компонента для зазначених фракцій шлаків < 1, що забезпечує максимальну активність цементу і свідчить про достатню кількість лугу для повної гідратації та взаємодії з амфотерними оксидами: Al_2O_3 і Fe_2O_3 .

Співставлення з рівнем радіоактивності фракцій шлаків призвело до вибору перспективних для утилізації у виробництві ШЩВ фракцій шлаків: відвальні доменні шлаки ДМК і "АрселорМіттал" без розсіювання на фракції, гранулометричні фракції шлаків, мм: > 20 "Запоріжсталь", 2,5-5,0 ММК і > 5 АМК.

Приклад 5. Стосується обґрунтування вибору лужного компонента і визначення кількісних характеристик замішування фракцій шлаків лужним компонентом. Фракції відвальних доменних шлаків подрібнювали на кульовому млині до питомої поверхні $S_{vd}=270-495 \text{ м}^2/\text{кг}$. Для змішування використовували один з лужних компонентів: 20 % розчин NaOH, 42,4 %-ий розчин метасилікат натрію і СЛП, що представляє водний розчин з масовими частками компонентів, %: 33,7 Na_2CO_3 і 0,71 NaOH. Кількісні показники процесу замішування наведені в таблиці 4. Щільність розчину рідкого скла $\rho=1,32 \text{ г/см}^3$ оптимальна (Шлакощелочные вяжущие и мелкозернистые бетоны на их основе / под общ. ред. В.Д. Глуховского. - Ташкент: Узбекистан, 1980. - 482 с.). Варіювання Р/Ш для різних лужних компонентів в інтервалі 0,24-0,31 (таблиця 4) забезпечує споживання великих обсягів відвальних шлаків і вирішення екологічної проблеми ліквідації шлакових відвалів.

Приклад 6. Стосується визначення характеристик міцності ШЛВ. З в'язучого тіста формували кубики $2 \times 2 \times 2 \text{ см}^3$ і ущільнювали на лабораторному вібростолі з частотою 3000 кол./хв. Міцність зразків ШЛВ визначали на пресі марки Р-5 з трьома шкалами чутливості, кН: 0-10; 0-25; 0-50. Швидкість пресування 3 мм/хв.

Згідно з (Будівельні матеріали. В'язуче шлаколужне. Технічні умови: ДСТУ Б В. 2. 7-24-95. [Чинний від 1996-01-01]. - К.: Держкоммітобудування України, 1995. - 19 с.), межа міцності на стиск ШЛВ, виготовлених на гранульованому доменному шлаку, на 28 добу - 30 МПа. Випробування зразків ШЩВ на міцність при стиску ($R_{сж.}$) у різні терміни твердіння виявили збільшення $R_{сж.}$ в часі. Досягнення величини $R_{ст.} > 30 \text{ МПа}$ у віддалені терміни тверднення (240 діб) свідчить про підтримку в часі високої активності в'язучого і повному утворенні мінералів ШЛВ при частковому переході сполук з аморфного стану в кристалічний. Величина $R_{ст.}$ на 240 добу твердіння наближається до 30 МПа при використанні у виготовленні ШЛВ 42,4 %-ого розчину метасилікату натрію і досліджених фракцій відвальних доменних шлаків "АрселорМіттал", "Запоріжсталь" і АМК і $R_{ст.} > 30 \text{ МПа}$ для шлаків ДМК і ММК. При використанні лужного компонента СЛП $R_{ст.}$ на 240 добу, твердіння близька до 30 МПа для шлаку АМК і $R_{ст.} > 30 \text{ МПа}$ - при використанні шлаків "АрселорМіттал", "Запоріжсталь" і ММК.

Приклад 7. Стосується забезпечення спеціальних властивостей ШЛВ: високої щільності і жаростійкості.

Щільність ШЛВ на 240 добу твердіння не менше $2,0 \text{ г/см}^3$ (таблиця 3).

Жаростійкість. Рентгенофазовим аналізом у складі ШЛВ виявлені безводні алюмосилікати Са, Na і К, які утворюються з гідроалюмосилікатів в фазових перетвореннях, що протікають у часі. Наявність безводних мінералів обумовлює спеціальні властивості цементів, зокрема жаростійкість ШЛВ.

Вогнетривкість (°C) ШЛВ розрахована за формулою (Кужварт М. Неметаллические полезные ископаемые. - М.: Мир, 1986. - 472 с):

$$^{\circ}\text{C} = \frac{360 + \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{RO}}{0,228},$$

- 5 дорівнює для ШЛВ, виготовлених на розчині метасилікату натрію і відвальних шлаків підприємств "АрселорМіттал" і ММК, відповідно, °C: 1463 і 1441, виготовлених на 20 % розчині NaOH і відвальних шлаків підприємств ДМК, "АрселорМіттал", АМК, ММК, "Запоріжсталь" відповідно, °C: 1326, 1353, 1332, 1334, 1346, що відповідає вимогам, що пред'являються до жаротривких матеріалів (до 1580 °C).

Таблиця 1

Результати гамма-спектрометричного аналізу фракцій відвальних доменних шлаків

Гранулометрична фракція, мм	C _{еф.} , Бк/кг	C _i , Бк/кг		
		⁴⁰ K	²²⁶ Ra	²³² Th
Шлак "Запоріжсталь"				
Середня проба	76,1±13	134	40,6	18,4
>20	74,3±14	108	39,9	19,2
10-20	77,6±14	126	42,6	18,5
5-10	78,8±14	128	42	19,8
2,5-5	89,3±11	155	48,5	21,1
1,25-2,5	81,9±11	151	43,2	19,7
0,63-1,25	77,1±11	140	39,8	19,4
<0,63	75,2±11	119	39,3	19,7
Шлак ММК				
Середня проба	99,6±13	142	58,4	22,3
>10	107±15	151	63,9	23,4
5-10	112±17	161	64,5	25,9
2,5-5	109±16	158	62,1	25,6
1,25-2,5	105±14	161	59,8	24,2
0,63-1,25	111±15	138	65,4	25,5
<0,63	103±14	165	56,9	24,7
Шлак ДМК				
Середня проба	100±11	83,9	57,5	27,2
>10	101±13	81	59,2	27
5-10	101±12	75,7	58,8	26,9
2,5-5	102±14	88,7	57,7	28
1,25-2,5	109±14	78,8	64,4	28,6
0,63-1,25	103±14	102	58,7	27,1
<0,63	92±12	71,2	53,5	24,8
Шлак АМК				
>10 мм	85,7±14	71,1	55,5	18,5
5-10 мм	83,2±14	58,7	51,2	20,6
2,5-5 мм	80,2±14	83,5	47,2	19,8
1,25-2,5 мм	83,3±14	66,5	50,2	20,9
0,63-1,25 мм	88,8±15	61,6	53,7	22,8
<0,63 мм	83,3±12	75,3	49,4	21
Шлак "АрселорМіттал"				
Середня проба	16,5±4	-	12,8	2,8

Таблиця 2

Результати рентгенофазового аналізу гранулометричних фракцій відвального доменного шлаку ММК

Фаза	Масова частка мінералів (%) в гранулометричних фракціях, мм		
	<0,63	2,5-5	>10
Кварц SiO_2	7,2	24,5	3,0
*Псевдоволластоніт $\alpha\text{-CaOSiO}_2$	16,6	5,39	19,5
*Окерманіт $2\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2$	38,2	24,4	46,5
Ранкініт $3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2$	15,7	12,0	25,4
Мікроклін $0,5\text{K}_2\text{O}\cdot 0,5\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{SiO}_2$	2,2	15,0	-
Мусковіт $\text{K}_{0,94}\text{Na}_{0,06}\text{Al}_{1,83}\text{Fe}_{0,17}\text{Mg}_{0,03}(\text{Al}_{0,91}\text{Si}_{3,09}\text{O}_{10})(\text{OH})_{1,65}\text{O}_{0,12}\text{F}_{0,23}$	3,3	6,5	-
Енстатит $(\text{Mg}_{0,56}\text{Fe}_{0,44})_2(\text{Si}_2\text{O}_6)$	8,4	8,5	-
*Бредігіт $\alpha\text{-}2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	8,5	3,9	-
Фторопатит $(\text{Ca}_{9,8}\text{Fe}_{0,2})(\text{PO}_4)_6(\text{F}_{1,6}(\text{OH})_{0,4})$	-	-	3,7
Іліт $0,5\text{K}_2\text{O}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$	-	-	1,9

*Гідравлічно-активні мінерали

Таблиця 3

Характеристики ШЛВ і фракцій доменних шлаків, які використовуються для їх отримання

Шлаки				
Шлак металургійного комбінату, фракція, мм	$\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2} = 0,5 - 2,0$	$\text{Ma} = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2} = 0,1 - 0,6$	Mo	Масова частка гідравлічно-активних мінералів, %
ДМК, середня проба	1,79	0,12	1,69	28,5
"Арселор Міттал", середня проба	3,14	0,12	1,33	43,6
"Запоріжсталь", >20 мм	2,17	0,11	1,99	42,0
ММК, 2,5-5,0 мм	3,19	0,19	2,75	33,7
АМК, >5 мм	3,09	0,15	3,93	43,1

Продовження таблиці 3

ШЛВ									
$R_{\text{ст.}} (\text{МПа}) / \rho (\text{г/см}^3)$ при повітряно-сухому твердінні з використанням лужних компонентів через інтервал часу, діб									
Шлак металургійного комбінату, фракція, мм	20 % розчин NaOH			СЛП			42,4 % розчин $\text{Na}_2\text{O}\cdot n\text{SiO}_2$		
	28	90	240	28	90	240	28	90	240
ДМК, середня проба	6,58/ 2,07	10,8/ 2,07	-	10,34/ 1,95	9,5/ 1,82	14,7/ 1,77	20,3/ 2,19	28,/ 2,12	41,88/ 2,1

Продовження таблиці 3

ШЛВ									
$R_{ст.}$ (МПа) / ρ (г/см ³) при повітряно-сухому твердінні з використанням лужних компонентів через інтервал часу, діб									
"Арселор Міттал", середня проба	20 % розчин NaOH			СЛП			42,4 % розчин Na ₂ O·nSiO ₂		
	8,87/ 2,26	11,72/ 2,2 6	-	18,15/ 2,4	28,68/ 2,23	33/ 2,2	19,5/ 2,15	17,6/ 2,36	26,8/ 2,4
"Запоріжсталь", >20 мм	6,19/ 1,98	9,98/ 1,95	-	5,71/ 1,87	16,07/ 1,92	36,9/ 1,69	11,28/ 1,98	15,4/ 1,96	27,9/ 2,0
ММК, 2,5-5,0 мм	7,02/ 2,05	9,9/ 1,97	-	15,19/ 1,85	25,58/ 1,86	35,5/ 1,74	17,8/ 2,20	22,3/ 2,08	42,6/ 2,2
АМК, >5 мм	7,19/ 2,27	9,25/ 2,19	-	6,32/ 2,1	15,54/ 1,96	28,9/ 1,81	10,65/ 2,09	12,9/ 2,04	29,5/ 2,0

Таблиця 4

Кількісні показники процесу замішування відвальних доменних шлаків різноманітними агентами

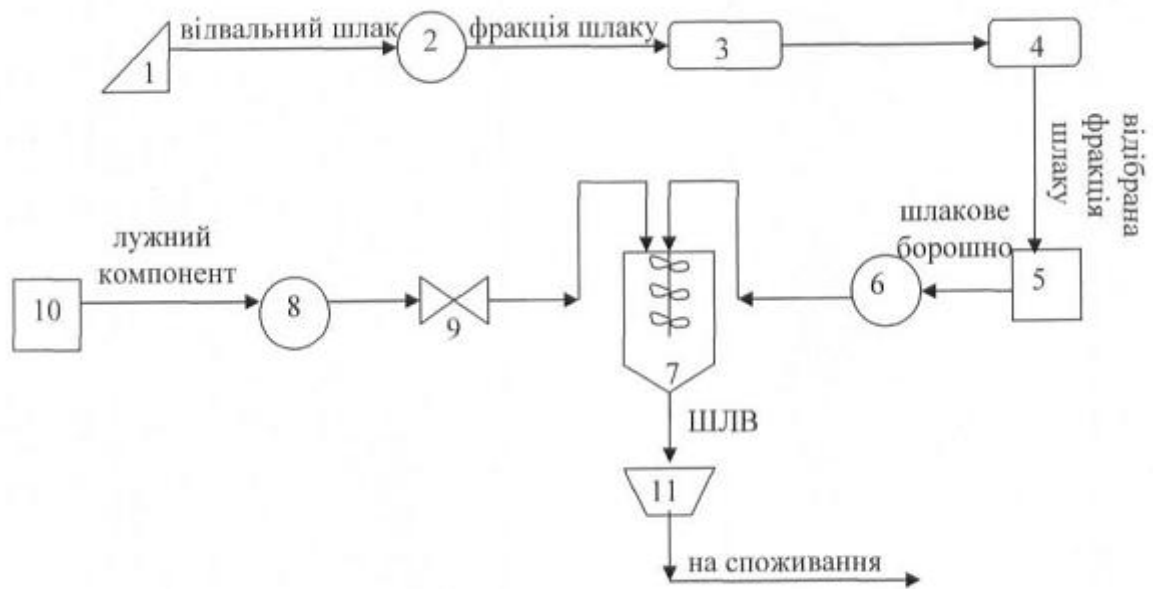
Кількісні показники процесу	Відвальні доменні шлаки металу			згінних комбінатів	
	ДМК	"АрселорМіттал"	"Запоріжсталь"	ММК	АМК
Компонент замішування	Вода				
Водо-в'язуче відношення (В/В)	0,25	0,24	0,25	0,25	0,26
Лужний компонент замішування	20 % розчин NaOH ($\rho=1,175$ г/см ³)				
Масова частка (%) NaOH від маси шлаку / сухої речовини Na ₂ O	6,11/4,74	6,58/5,1	7,29/5,65	6,58/5,1	7,05/5,46
Розчино-шлакове відношення (Р/Ш)	0,31	0,33	0,36	0,33	0,35
Лужний компонент замішування	СЛП ($\rho=1,185$ г/см ³)				
Розчино-шлакове відношення (Р/Ш)	0,31	0,33	0,37	0,33	0,36
Лужний компонент замішування	42,4 % розчин метасилікату натрію (Na ₂ O·nSiO ₂) ($\rho=1,32$ г/см ³)				
Розчино-шлакове відношення (Р/Ш)	0,28	0,28	0,31	0,31	0,28

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5

Спосіб виготовлення радіаційно-безпечних шлаколужних в'язучих на основі відвальних доменних шлаків і лужних компонентів шляхом розсіювання на фракції доменного шлаку, подрібнення і перемішування певної фракції шлаку і водного лужного компонента, який **відрізняється** тим, що виготовлення шлаколужних в'язучих проводять з використанням у технологічному процесі подрібнених фракцій відвальних доменних шлаків із значним вмістом гідралічно активних мінералів і низьким рівнем радіоактивності, затвором і перемішуванням шлакового компонента з 20 % розчином NaOH або 42,4 % розчином метасилікату натрію Na₂O·nSiO₂ або зі содоложним плавом як відходом виробництва.

10



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

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

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