



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **123149**

(13) **C2**

(51) МПК

C01F 11/02 (2006.01)

C04B 2/04 (2006.01)

C04B 2/06 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2017 11814	(72) Винахідник(и):	Хіні Штефан (DE), Лорґуйу Маріон (BE), Нісен Олів'єс (BE), Франкуас Олів'єс (BE)
(22) Дата подання заявки:	12.08.2016	(73) Володілець (володільці):	С.А. ЛУАСТ РЕШЕРШ Е ДЕВЕЛОПМАН, rue Charles Dubois 28, 1342 Ottignies- Louvain-la-Neuve, Belgium (BE)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	25.02.2021	(74) Представник:	Бочаров Максим Анатолійович, реєстр. №367
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	15181104.9	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	WO 9714650 A1, 24.04.1997 GB 1352875 A, 15.05.1974 US 2009246117 A1, 01.10.2009 US 3366450 A, 30.01.1968 US 1350534 A, 24.08.1920 UA 94618 C2, 25.05.2011
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	14.08.2015		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	EP		
(41) Публікація відомостей про заявку:	27.08.2018, Бюл.№ 16		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	24.02.2021, Бюл.№ 8		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/EP2016/069211, 12.08.2016		

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИСОКОПОРИСТОГО ГАШЕНОГО ВАПНА ТА ОТРИМАНИХ З НЬОГО ПРОДУКТІВ

(57) Реферат:

Спосіб виготовлення високопористого гашеного вапна, що включає в себе етап подавання негашеного вапна, етап подавання води в зону подавання гідратора, етап гасіння зазначеного негашеного вапна в зоні гасіння зазначеного гідратора і етап визрівання в зоні визрівання зазначеного гідратора для утворення гашеного вапна.

UA 123149 C2

Даний винахід стосується способу виготовлення високопористого гашеного вапна, що включає в себе етап подавання негашеного вапна, етап подавання води в зону подавання гідратора, етап гашення зазначеного негашеного вапна в зоні гашення зазначеного гідратора і етап визрівання в зоні визрівання зазначеного гідратора для утворення гашеного вапна.

5 Під негашеним вапном розуміється мінеральний твердий матеріал, хімічним складом якого є в основному оксид кальцію, CaO . Негашене вапно зазвичай отримують шляхом кальцинації вапняку (головним чином CaCO_3).

Негашене вапно може також містити в собі домішки, такі як оксид магнію, MgO , оксид сірки, SO_3 , діоксид кремнію, SiO_2 , або навіть оксид алюмінію, Al_2O_3 ,..., сума яких знаходиться на рівні певного %. В даному випадку домішки виражаються в формі оксидів, проте, звісно, вони можуть з'являтися в різних фазах. Негашене вапно загалом містить в собі також певний % залишкового вапняку, що називається невипаленими залишками.

Негашене вапно за даним винаходом може включати в себе MgO в кількості, що виражається у формі MgO , в діапазоні від 0,5 до 10 мас. %, переважно менше або дорівнює 5 мас. %, більш переважно менше або дорівнює 3 мас. %, найбільш переважно менше або дорівнює 1 мас. % відносно загальної маси негашеного вапна.

Вміст CO_2 в негашеному вапні (що серед іншого являє собою невипалений вапняк) переважно менший або дорівнює 3 мас. %, переважно менший або дорівнює 2 %, більш переважно менший або дорівнює 1 мас. % відносно маси негашеного вапна.

20 Вміст SO_3 (сірка, виражена як еквівалент SO_3) у негашеному вапні менший або дорівнює 1 мас. %, переважно менший або дорівнює 0,5 мас. %, більш переважно менший або дорівнює 0,2 мас. % відносно маси негашеного вапна.

Зазвичай, для утворення гашеного вапна, що також інколи називається гідрат, негашене вапно отримують за наявності води. Оксид кальцію з негашеного вапна швидко вступає в реакцію з водою, утворюючи дигідроксид кальцію Ca(OH)_2 у формі гашеного вапна або гідратованого вапна в реакції, що називається гідратацією або реакцією гашення, яка є дуже екзотермічною. Далі дигідроксид кальцію буде називатися просто гідроксидом кальцію.

Таким чином, гашене вапно може містити в собі ті самі домішки, що і негашене вапно, з якого його отримують.

30 Гашене вапно може також містити в собі оксид кальцію, який, можливо, не був повністю гідратований на етапі гашення вапна, або карбонат кальцію CaCO_3 . Карбонат кальцію може походити від початкового вапняку (невипаленого), з якого отримують гашене вапно (за допомогою оксиду кальцію) або який є результатом часткової реакції карбонізації гашеного вапна при контакті з атмосферою, що містить CO_2 .

35 Кількість оксиду кальцію в гашеному вапні за даним винаходом зазвичай менша або дорівнює 3 мас. %, переважно менша або дорівнює 2 мас. % і більш переважно менша або дорівнює 1 мас. % відносно загальної маси гашеного вапна. Кількість CO_2 в гашеному вапні (головним чином у формі CaCO_3) за даним винаходом менша або дорівнює 4,5 мас. %, переважно менша або дорівнює 3 мас. %, більш переважно менша або дорівнює 2 мас. %, відносно загальної маси гашеного вапна за даним винаходом.

40 Одним з найпоширеніших промислових способів виготовлення гашеного вапна є так званий "спосіб гашення вапна насухо", в який виготовляється стандартне гашене вапно, що має питому поверхню за БЕТ від 12 до 20 $\text{м}^2/\text{г}$. В цей спосіб вода додається в гідратор в кількості, яка обмежується тим, що необхідна для повної гідратації негашеного вапна, з урахуванням того, що певна її частина випариться під час реакції гашення в зв'язку з екзотермічним характером такої реакції. На виході гідратора отриманий продукт з гашеного вапна вже знаходиться в порошкоподібному стані і зазвичай містить в собі менше 2 мас. %, переважно менше 1,5 мас. % вологості (що також називається вологою або вільною водою).

45 Таким чином, реакція гашення здійснюється в гідраторі, де негашене вапно подається вище за потоком від напрямку гашення, що означає напрямок, за яким вапно передається вздовж гідратора і в гідратор. Гашене вапно проходить вниз за потоком відповідно до напрямку гашення. Засоби передавання, такі як горизонтальний вал, оснащений, наприклад, змішувальними лопатями, надають можливість передавання вапна за напрямком гашення в гідратор, від подавання негашеного вапна до витягування гашеного вапна. Засоби передавання забезпечують також однорідну суміш вапна, яка піддається гідратації, і, таким чином, покращують контакт між водою і вапном у напрямку до гідратора і запобігають утворенню гарячих точок.

50 Гідратор можна поділити на три основні послідовні зони. Перша з них називається зоною подавання або змішування і являє собою частину гідратора, розташовану вище за потоком у напрямку гашення, де подають і змішують негашене вапно і воду. Друга зона, яка називається

зоною гашення, являє собою частину гідратора, в якій здебільшого відбувається реакція гашення вапна, що означає, що більшість негашеного вапна CaO хімічно перетворюється на гашене вапно Ca(OH)_2 , і в якій утворюється більша частина пари, зокрема в зв'язку з такою екзотермічною реакцією. Третя зона, яка називається зоною визрівання або завершення, розташована нижче за потоком у напрямку гашення і являє собою частину гідратора, яка забезпечує повне гашення частинок і надає можливість гомогенізації залишкового вмісту вологи в гашеному вапні.

Існують різні види процесу гідратації і гідраторів, залежно від властивостей негашеного вапна, що застосовується, а також від очікуваного виходу реакції гашення і бажаних властивостей отриманого гашеного вапна.

Для досягнення доброго виходу гідратації, необхідно враховувати декілька параметрів, таких як час знаходження вапна в гідраторі, реакційна здатність води відносно негашеного вапна, місце розташування негашеного вапна, що подається у гідратор, а також кількість води відносно кількості вапна.

Реакційна здатність води відносно негашеного вапна зазвичай характеризується і вимірюється за процедурою, наведеною в Європейському стандарті EN459-2, та часто кількісно визначається за допомогою значення t_{60} , що являє собою час, необхідний з метою досягнення температури 60°C при об'ємі води 600 см^3 спочатку при температурі 20°C , шляхом додавання 150 г негашеного вапна.

Під час гідратації негашеного вапна утворюються більш-менш дрібні частинки залежно від розміру частинок вихідного негашеного вапна, що подається, а також залежно від швидкості реакції гідратації, яка є вибуховою і утворює тріснути і вибухлі дрібні частинки. Таким чином, добре контрольована реакція надає можливість отримання бажаного розміру частинок (від дрібних частинок до утворення вапняних зерен, які є спільно агломерованими частинками), а також бажаної пористості. З цієї точки зору температура всередині зони гідратації або гашення також є ключовим фактором, що керує реакцією гідратації.

В минулому вапно, гашене в класичний спосіб, тобто яке має питому поверхню за БЕТ від 12 до $20\text{ м}^2/\text{г}$, зазвичай отримували в одноступінчастих гідраторах. Проте, в ході застосування такого виду гідратора, зокрема, через короткий період часу знаходження вапна в гідраторі, було складно належним чином відрегулювати кількість води, необхідної для додавання з метою отримання повністю гашеного вапна, залишаючись в бажаному діапазоні вологості, щоб уникнути засмічення і пошкодження протягом процесу гашення вапна.

Одна з основних розробок способу гашення вапна полягала в надходженні багатоступінчастого гідратора з двома або більше ступенями, зазвичай трьома ступенями, які зазвичай встановлені один на одному.

В триступінчастому гідраторі, наприклад, перший ступінь в цілому застосовується для подавання та змішування води та вапна, і може розпочатися частина реакції гідратації. Основна частина реакції гашення вапна відбувається на другому ступені, де вода, яка змішана з вапном та ще не піддається реакції гідратації, вступає в реакцію з вапном і де утворюється більша частина пари. Останній ступінь в цілому застосовується для визрівання гашеного вапна (що означає забезпечення повного гашення частинок).

Таким чином, багатоступінчастий гідратор є більш гнучким, особливо тому, що він передбачає більш тривалий період часу знаходження вапна в гідраторі, а також тому, що параметри процесу (такі як швидкість перемішування, конструкція лопатей, рівень водозливу...) можуть бути відрегульовані на кожному ступені незалежно один від одного, що дозволяє певною мірою пристосувати процес до різних сортів негашеного вапна і передбачає більшу гнучкість щодо співвідношення вода/вапно, яке застосовується для гідратації.

В певному триступінчастому гідраторі зона змішування розташована на першому ступені, зона гашення вапна на другому ступені і зона дозрівання на третьому ступені.

Такий спосіб відомий з попереднього рівня техніки, зокрема він описується в "Lime and Limestone. Chemistry and Technology, Production and Uses", J.A.H. Oates, 1998, стор. 216-218.

Стандартне гашене вапно, виготовлене вищезазначеними способами, зазвичай спостерігається в багатьох промислових застосуваннях, таких як очищення води, оброблення мулу, очищення димових газів, сільське господарство, будівництво тощо.

Для деяких з цих застосувань властивості гашеного вапна є особливо важливими для досягнення доброї ефективності. Наприклад, при очищенні димових газів вапно використовується як сорбент для деяких газоподібних забруднювальних речовин. Проте, після захоплення цих забруднювальних речовин, таке вапно є побічним продуктом, який необхідно обробляти або переробляти. Тому промислові підприємства шукають вискоєфективний продукт для зменшення кількості побічного продукту, оброблення якого є дорогим. Отже, за

останні роки було розроблено дедалі більше продуктів і виробничих процесів для контролю властивостей гашеного вапна, зокрема його розміру частинок, об'єму пор і питомої поверхні для покращення їхньої ефективності захоплення.

Спосіб підвищення ефективності вапна полягає в збільшенні частки гідратованого вапна, яке по суті вступає в контакт із забруднювальними речовинами для захоплення, шляхом збільшення питомої поверхні або об'єму пор гідратованого вапна. Протягом останніх десятиліть це призвело до виготовлення гашеного вапна з високою питомою поверхнею, де реакція гашення здійснюється за наявності спирту.

Відповідні приклади описуються в патенті США №5492685, який стосується гідратованого вапна з високою питомою поверхнею та малим розміром частинок, отриманого шляхом гідратації вапна водним розчином для гідратації з органічного розчинника (такого як спирт) і переважно промивання отриманого гідрату за допомогою водного розчину з органічного розчинника перед сушінням. Отримане гідратоване вапно з високою питомою поверхнею відповідно до даного документу описується як відмінний сорбент для видалення SO_2 з димових газів і його питома поверхня зазвичай становить більше $35 \text{ м}^2/\text{г}$, переважно більше $55 \text{ м}^2/\text{г}$ або навіть до $85 \text{ м}^2/\text{г}$.

Для отримання цієї високої питомої поверхні застосовуються співвідношення спирту до води більше 5:1, зокрема у випадку високо реактивного негашеного вапна.

В описаному способі виготовлення гідратованого вапна з високою питомою поверхнею важливим є ретельне перемішування розчину для гідратації і вапна. Висока швидкість, інтенсивне перемішування є дуже корисними і характеризуються як необхідні у випадку застосування дуже реактивного вапна для доброї теплопередачі. У випадку застосування надзвичайно реактивного вапна в цьому документі описується етап охолодження змішувальної посудини. Описаний альтернативний підхід передбачає застосування розділеного потоку води для мінімізації швидкого підвищення температури при обробленні високо реактивного вапна.

Спирт або інший розчинник в розчині для дегідратації характеризується як такий, що сповільнює кінетику гашення і підтримує температуру суміші гідратації нижче точки кипіння води (таким чином попереджаючи або мінімізуючи ступінь газофазної гідратації, яка перешкоджає утворенню питомої поверхні як детально описується в "Surface areas of high-calcium quicklimes and hydrates", H.R. Staley and S.H. Greenfeld, American Society for testing materials, 1947, vol. 47, стор. 953-964).

Відомі декілька установок для здійснення описаного способу, де у будь-якому випадку контроль температури, контроль умов змішування, етапи попереднього нагрівання і час знаходження в гідраторі є основними аспектами для досягнення бажаних властивостей кінцевого продукту.

За способом застосування спирту, де гашення негашеного вапна здійснюється за наявності великої кількості спирту, отримують гідратоване вапно, що характеризується невеликим розподілом частинок за розмірами (менше 20 мкм), великою питомою поверхнею (понад $30 \text{ м}^2/\text{г}$) і низьким вмістом води, але яке, тим не менше, містить в собі спирт (повне виведення останнього не є можливим). Крім того, даний спосіб вимагає застосування дорогої установки, тому що необхідне максимальне перероблення використаного спирту.

Отже, були виготовлені інші види гашеного вапна з високою питомою поверхнею і великим об'ємом пор. Один із способів, який був додатково вивчений, описаний в документі WO 97/14650.

В документі WO 97/14650 описується гранулометричний склад $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і спосіб отримання складу. Склад складається, по суті, з висушених частинок гідроксиду кальцію, вміст вологи яких менший 2 відсотків за масою загального складу, питомої поверхні більше $30 \text{ м}^2/\text{г}$, загального об'єму пор для десорбції азоту щонайменше $0,1 \text{ см}^3/\text{г}$ відносно пор діаметром менше 1000 ангстрем . Склад вапна характеризується як такий, що забезпечує відмінну ефективність для очищення димових газів в установках, що містять в собі мішковий фільтр.

Як можна побачити в даному документі, також можливим є забезпечення високої питомої поверхні і високого об'єму пор без додавання будь-якої органічної добавки - шляхом здійснення контролю параметрів, що регулюють процес гашення.

Проте, в даному документі описується лабораторне або напівпромислове виготовлення та спосіб, де робота характеризується лише камерами. Крім того, за останні десятиліття законодавство у сфері захисту навколишнього середовища загалом стало значно суворішим відносно кількості забруднювальних речовин, дозволених у димових газах, і відносно оброблення побічного продукту, тим самим змушуючи промислові підприємства шукати рішення з метою покращення ефективності сорбенту.

З цієї точки зору ефективність складу та способу, наведених у WO 97/14650, має бути

покращена відповідно до нових вимог, а також з метою застосування.

Отже, існує потреба в способі виготовлення високопористого гашеного вапна з покращеними сорбуючими властивостями, який є реалістичним з промислової точки зору, що означає, що він не вимагатиме забагато втручання людини для контролю процесу, і який є відтворюваним для забезпечення можливості підтримування властивостей продукту з гашеного вапна протягом тривалого часу.

Даний винахід призначений для вирішення цієї проблеми шляхом визначення і покращення умов виготовлення гашеного вапна з високопористими властивостями, які є відтворюваними і стійкими протягом тривалого часу.

З цією метою відповідно до даного винаходу пропонується спосіб, як згадувалося спочатку, який відрізняється тим, що зазначений етап подавання негашеного вапна і зазначений етап подавання води виконуються для отримання співвідношення вода/негашене вапно, що становить від 0,8 до 13 за масою, переважно від 0,9 до 1,2 і більш переважно до 1 (включаються граничні значення), причому спосіб додатково включає в себе етап видалення пари, що утворюється під час зазначеної стадії гашення, причому зазначений етап видалення пари по суті виконується в рамках зазначеної зони гашення для утворення необробленого високопористого гашеного вапна, що передбачає наявність високої питомої поверхні та високого об'єму пор гашеного вапна.

Відповідно до даного винаходу було продемонстровано, що поєднання контролю співвідношення вода/негашене вапно разом з видаленням пари (водяної пари) надає можливість досягнення питомої і відтворюваної якості гашеного вапна з високопористими властивостями, разом з високим виходом продукції, уникаючи засмічення протягом процесу гашення вапна.

Співвідношення вода/вапно має бути пристосоване до отримання необробленого гашеного вапна, де вміст вологи становить від 15 до 30 мас. %, переважно від 20 до 25 мас. % відносно маси необробленого вапна. Це співвідношення вода/вапно також має бути пристосоване до властивостей негашеного вапна (реакційна здатність до води, розмір частинок...), що підлягає гашенню, і бажаної питомої поверхні гашеного вапна та параметрів об'єму пор.

Завдяки видаленню утвореної пари по суті вздовж зазначеної зони гашення, на даному етапі вдається уникнути контакту між водяною парою і вапном, що негативно позначається на властивостях пористості гашеного вапна. Це також надає можливість контролювати вміст води, уникаючи конденсації пари в холодних частинах гідратора, що в іншому випадку могло б викликати засмічення гідратора шляхом утворення вапняного тіста.

Під "видаленням утвореної пари по суті вздовж зазначеної зони гашення" мається на увазі, що видалення пари здійснюється на рівні від 80 % до 300 % від довжини зони гашення, переважно понад 90 % або більше від довжини зони гашення, більш переважно більше 100 % або більше від довжини зони гашення.

Відповідно до даного винаходу було виявлено, що видалення пари вздовж зони гашення, що означає по суті по всій довжині зони гашення гідратора (що являє собою багатоступінчастий або одноступінчастий гідратор), є основним фактором успіху для отримання гашеного вапна з контрольованими і однорідними пористими властивостями.

Крім того, з огляду на співвідношення вапна/води, що застосовується в способі відповідно до даного винаходу, зазначене високопористе гашене вапно, отримане у даний спосіб, має високу питому поверхню за БЕТ, яка є дуже однорідною, відтворюваною і стійкою у тій чи іншій виробничій кампанії і знаходиться в діапазоні від 30 м²/г до 50 м²/г, переважно більше або дорівнює 32 м²/г, більш переважно більше або дорівнює 35 м²/г, зокрема більше або дорівнює 38 м²/г, наприклад, 40 м²/г і зазвичай менше або дорівнює 48 м²/г.

Аналогічно, зазначене високопористе гашене вапно, отримане у спосіб відповідно до даного винаходу, має загальний об'єм пор за методом Барета-Джойнера-Халенди, який є дуже відтворюваним і стійким в тій чи іншій виробничій кампанії, що складається з пор діаметром менше 1000 ангстрем, який більше або дорівнює 0,15 см³/г, переважно більше або дорівнює 0,17 см³/г, ще більш переважно більше або дорівнює 0,18 см³/г, зокрема більше або дорівнює 0,20 см³/г і зазвичай менше 0,3 см³/г, зокрема, менше 0,28 см³/г.

В альтернативному варіанті здійснення даного винаходу, високопористе гашене вапно, отримане у спосіб відповідно до даного винаходу, має частковий об'єм пор за методом Барета-Джойнера-Халенди, який є дуже відтворюваним і стійким в тій чи іншій виробничій кампанії, що складається з пор діаметром від 100 ангстрем до 300 ангстрем, який більше або дорівнює 0,07 см³/г, переважно більше або дорівнює 0,10 см³/г, більш переважно більше або дорівнює 0,11 см³/г, зокрема більше або дорівнює 0,12 см³/г і зазвичай менше 0,15 см³/г, зокрема, менше 0,14 см³/г.

В альтернативному варіанті здійснення даного винаходу, високопористе гашене вапно, отримане у спосіб відповідно до даного винаходу, має частковий об'єм пор за методом Барета-Джойнера-Халенди, який є дуже відтворюваним і стійким в тій чи іншій виробничій кампанії, що складається з пор діаметром від 100 ангстрем до 400 ангстрем, більше або дорівнює 0,09 см³/г, переважно більше або дорівнює 0,12 см³/г, більш переважно більше або дорівнює 0,13 см³/г зокрема більше або дорівнює 0,14 см³/г і зазвичай менше 0,17 см³/г, зокрема менше 0,16 см³/г.

Під виразом "питома поверхня за БЕТ" в контексті даного опису мається на увазі питома поверхня, що вимірюється шляхом манометрії з адсорбцією азоту при 77 К після дегазації у вакуумі при температурі від 150 до 250 °С, зокрема при 190 °С протягом щонайменше 2 годин на гашеному вапні, яке було попередньо висушене (наприклад, на термобагах, наприклад, за допомогою інфрачервоного аналізатора вологості, доки маса отриманого порошку не змінюватиметься більше ніж на 2 мг протягом щонайменше 20 секунд), і що розраховується відповідно до багатоточкового методу БЕТ, як описується в стандарті ISO 9277:2010E.

Під терміном "об'єм пор за методом Барета-Джойнера-Халенди" відповідно до даного винаходу мається на увазі об'єм пор, що вимірюється шляхом манометрії з адсорбцією азоту при 77 К після дегазації у вакуумі при температурі від 150 до 250 °С, зокрема при 190 °С протягом щонайменше 2 годин на гашеному вапні, яке було попередньо висушене (наприклад, на термобагах, наприклад, за допомогою інфрачервоного аналізатора вологості, доки маса отриманого порошку не змінюватиметься більше ніж на 2 мг протягом щонайменше 20 секунд), і що розраховується за методом Барета-Джойнера-Халенди, із застосуванням кривої десорбції.

В конкретному варіанті здійснення даного винаходу спосіб за даним винаходом додатково включає в себе етап сушіння зазначеного необробленого гашеного вапна для утворення висушеного порошкоподібного гашеного вапна з високою питомою поверхнею і високим об'ємом пор.

Етап гашення може виконуватися за допомогою одноступінчастого або багатоступінчастого гідратора.

У випадку застосування багатоступінчастого гідратора зазначений гідратор переважно являє собою триступінчастий гідратор, де переважно зона змішування знаходиться на першому ступені, зона гашення на другому ступені і зона визрівання на третьому ступені.

В даному конкретному варіанті здійснення винаходу перший ступінь може бути посунутий з двох інших ступенів для спрощення доступу до зони гашення з метою видалення пари.

Переважно, відповідно до даного винаходу, зазначений етап гашення негашеного вапна виконується за допомогою одноступінчастого гідратора, що означає, що гідратор, який застосовується у виробничому процесі, являє собою одноступінчастий гідратор.

Відповідно до способу за даним винаходом, незважаючи на всі очікування, бажано застосовувати одноступінчастий гідратор, навіть якщо на даний момент перевага віддається багатоступінчастим гідраторам в зв'язку з більшим періодом часу знаходження вапна у ньому, що дозволяє використовувати менш реакційнодатні і/або більш великодисперсні фракції негашеного вапна, забезпечує більшу гнучкість відносно точки впорскування води та більші допустимі межі коригування співвідношення вода/вапно для виготовлення стандартного гашеного вапна з бажаним діапазоном вологості.

Відповідно до даного винаходу застосування одноступінчастого гідратора спрощує виконання етапу видалення пари, причому цей етап має вирішальне значення для даного винаходу. Дійсно, в даному винаході контакту між паром і вапном слід уникати або щонайменше обмежувати його на якомога коротший період часу для підтримання високої питомої поверхні і високого об'єму пор утвореного гашеного вапна.

З цієї причини одноступінчастий гідратор є переважним відповідно до даного винаходу, оскільки, незважаючи на поширену думку, він є більш зручним і ідеально підходить для виготовлення високопористого гашеного вапна з високою питомою поверхнею за БЕТ і високим об'ємом пор за методом Барета-Джойнера-Халенди.

Звісно, навіть якщо на даний момент переважно застосовуються багатоступінчасті гідратори для виготовлення стандартного гідратованого вапна в зв'язку з їхньою більшою гнучкістю, було встановлено, що одноступінчастий гідратор спеціально більш пристосований до способу, подібного до способу за даним винаходом, де вологість може сягати 30 %, оскільки, як вже згадувалося, одноступінчастий гідратор спрощує витягування пари, а також не стикається з проблемами засмічення, які зустрічаються між різними ступенями багатоступінчастого гідратора в зв'язку з високим вмістом води в гідраті.

Зазвичай, видалення парів у гідраторі може здійснюватися або за допомогою вологої технології, або за допомогою сухої технології з використанням, відповідно, вологого скрубера або тканинного фільтра, зазвичай мішкового фільтра.

Переважно в способі відповідно до даного винаходу зазначений етап видалення пари виконується за допомогою тканинного фільтра, зокрема мішкового фільтра.

Тканинний фільтр звісно надає можливість відокремлення від потоку пари пилу, що утворюється на етапі гашення вапна, водночас окремо впорскуючи воду для гашення вапна при контрольованій і відносно низькій температурі, переважно на початку гідратора, що таким чином надає можливість краще контролювати температуру гідратації. Це призводить до стійкішого процесу реакції гашення вапна і покращення утворення пористості гашеного вапна.

Крім того, тканинний фільтр має максимально розширюватися по всій довжині зони гашення вапна для забезпечення видалення пари поблизу місця її утворення за допомогою екзотермічної реакції гашення вапна і, таким чином, мінімізації часу контакту між парою і вапном, що може бути шкідливим для пористості гашеного вапна. Метою фільтра, що розширюється по всій довжині (або максимально можливій довжині) зони гашення, полягає в тому, щоб якомога більше скоротити шлях проходження пари від місця її утворення, до місця її випускання в атмосферу.

З метою забезпечення видалення пари необхідне застосування питомого тиску для ефективного витягування пари при одночасному максимально можливому зменшенні всмоктування дрібних частинок, оскільки в іншому випадку мішки фільтра будуть швидко засмічуватися і потягнуть за собою дуже великі витрати на технічне обслуговування.

У переважному варіанті здійснення даного винаходу імпульси тиску застосовуються до мішків фільтра, щоб їх надуті і забезпечити їхню вібрацію, а також забезпечити потрапляння частинок назад у гідратор. Імпульси можуть застосовуватися шляхом продування стисненим повітрям мішків фільтра через регулярні проміжки часу, щоб уникнути засмічення і дуже сильного зниження тиску.

У конкретному варіанті здійснення даного винаходу в мішках є обшивка і, ймовірно, система супутникового обігріву, що надає можливість нагрівання мішків, зменшуючи, таким чином, конденсацію води на мішках і переливання рідкої води з фільтра в гідратор, а також засмічення мішків.

Переважно мішки виготовлені з водостійкого матеріалу і пристосовані до пари, температури і основних властивостей матеріалу, що підлягає фільтрації.

У варіанті здійснення способу відповідно до даного винаходу зазначений етап подавання негашеного вапна виконується за допомогою зважувального пристрою, такого як конвеєрна стрічка, що забезпечує потрапляння негашеного вапна у гідратор.

Переважно дозування негашеного вапна здійснюється гравіметрично (ваговим дозатором), а кількість води, введеної в гідратор визначається за допомогою вагового витратоміра.

Перед потраплянням негашеного вапна у гідратор може бути корисним подавання потоку вапна у магнітне поле (постійний магніт) для уникнення потрапляння будь-яких металевих деталей в гідратор.

Переважно подавання води здійснюється в одній точці на вході гідратора, переважно в напрямку стікання негашеного вапна.

Було виявлено, що подавання води в декількох точках, розташованих по довжині гідратора, призведе до появи більшої кількості гарячих точок, збільшення кількості пари і підвищення ризику засмічення.

Відповідно до конкретного варіанта здійснення способу за даним винаходом зазначене негашене вапно має реакційну здатність відносно води t_{60} , яка вимірюється згідно з Європейським стандартом EN 459-2, що більше або дорівнює 15 секунд і менше або дорівнює 10 хвилин, переважно менше або дорівнює 5 хвилин, більш переважно менше або дорівнює 3 хвилини і найбільш переважно менше або дорівнює 2 хвилини.

Переважно зазначене негашене вапно має розмір частинок d_{98} , що становить від 90 мкм до 10 мм, переважно менше або дорівнює 5 мм, більш переважно менше або дорівнює 2 мм. Позначення d_{98} являє собою діаметр, виражений в мм, відносно якого 98 % за масою вимірених частинок є меншими.

Відповідно до даного винаходу розмір частинок має бути якомога меншим для однорідності вапна і реакції, доки тонкість помелу вапна не впливатиме на його плинність і не призведе до проблем, зумовлених неточністю дозування. Також можуть застосовуватися частинки розміром d_{98} більше 5 мм за умови, що вони мають високу реакційну здатність відносно води (t_{60} менше 2 хвилин, що виміряно відповідно до Європейського стандарту EN 459-2) для забезпечення повної гідратації негашеного вапна під час його перебування в гідраторі.

Переважно за даним винаходом зазначена вода має температуру, яка менша або дорівнює 60 °C, переважно менша або дорівнює 40 °C, переважно менша або дорівнює 20 °C.

Температура води переважно є максимально низькою. Вода також може містити в собі певні

домішки, такі як хлориди, нітрати, сульфати і/або фосфати. Загальна кількість хлоридів і нітратів переважно менша 1 г/дм^3 , більш переважно менша або дорівнює $0,5 \text{ г/дм}^3$ і найбільш переважно менша або дорівнює $0,1 \text{ г/дм}^3$. Загальна кількість сульфатів і фосфатів переважно менша 1 г/дм^3 , більш переважно менша або дорівнює $0,5 \text{ г/дм}^3$ і найбільш переважно менша або дорівнює $0,1 \text{ г/дм}^3$.

У переважному варіанті здійснення способу відповідно до даного винаходу протягом зазначеного етапу гашення вапна вапно змішують і піднімають за допомогою горизонтального вала, оснащеного змішувальними лопатями. Змішувальні лопаті можуть бути спеціально розроблені для забезпечення належного перемішування, необхідного для отримання відтворюваної реакції, а також для підняття вапна та його переміщення вниз за напрямком гашення.

Швидкість обертання вала, оснащеного змішувальними лопатями, має бути на рівні нижче 30 об./хв. для уникнення агломерації гідрату, в ідеальному варіанті вона має знаходитися в діапазоні від 10 до 20 об./хв.

Рівень заповнення гідратора може бути відрегульований відповідно до реакційної здатності негашеного вапна і відповідно до необхідного часу знаходження в гідраторі.

У переважному варіанті здійснення даного винаходу рівень заповнення гідратора має бути відрегульований, наприклад, за допомогою зносостійкої накладки на виході гідратора і має бути встановлений на рівні від 30 до 60 % об'єму (висоти) гідратора, в ідеальному варіанті - приблизно 50 % об'єму (рівень вала).

В конкретному варіанті здійснення способу відповідно до даного винаходу час знаходження вапна в гідраторі становить від 20 до 40 хвилин, переважно приблизно 30 хвилин.

В особливо переважному варіанті здійснення даного винаходу температура в гідраторі підтримується на рівні нижче 100°C , переважно від 85°C до 99°C , більш переважно від 95°C до 98°C .

Отже, як зазначено вище, температура в гідраторі не має бути занадто високою для уникнення потрапляння великої кількості пари в процес гашення негашеного вапна, що негативно позначається на пористості, але й не занадто низькою для уникнення конденсації вологи і утворення пастоподібної маси в гідраторі, яка є шкідливою для однорідності вапняного продукту і самої установки.

Температуру в гідраторі можна контролювати зокрема шляхом регулювання співвідношення вода/вапно.

У переважному варіанті здійснення способу за даним винаходом спосіб виготовлення високопористого гашеного вапна контролюється шляхом вимірювання вологості необробленого гашеного вапна (гашеного вапна на виході гідратора до етапу сушіння) або інтенсивності роботи двигуна вала, оснащеного змішувальними лопатями.

Процес виготовлення також можна контролювати за допомогою вимірювання температури, проте, точний контроль температури в гідраторі здійснювати важко в зв'язку з коринкою гідрату, яка утворюється навколо зондів.

У способі за даним винаходом вимірювання вологості необробленого гашеного вапна або інтенсивності роботи двигуна вала, оснащеного змішувальними лопатями, вибрані як вимірювання для контролю реакції гашення вапна. Отже, на основі вимірювання вологості або інтенсивності роботи двигуна регулюється витрата води. Дані щодо інтенсивності роботи двигуна також надають інформацію щодо вмісту вологи в необробленому гашеному вапні, оскільки що вищий вміст вологи, то важчим є обертання змішувального вала і вищою є інтенсивність роботи двигуна. Обидва параметри можна відстежувати в режимі онлайн, забезпечуючи швидке реагування і покращення контролю реакції гашення вапна.

Підвищення інтенсивності роботи двигуна відбувається відповідно до підвищення вологості гідрату, що свідчить про те, що витрата води має бути знижена.

У подальшому конкретному варіанті здійснення даного винаходу етап подавання води являє собою етап подавання води, що містить в собі добавки, зокрема, але не обмежуючись ними, діетиленгліколь, сполуку лужних металів, вибрану з групи, що складається з гідроксидів, карбонатів, гідрокарбонатів лужних металів та їхніх сумішей, наприклад, з метою сприяння утворенню пористості або властивостей захоплення гашеного вапна.

В цьому випадку температуру води необхідно контролювати, щоб вона не була дуже низькою для уникнення осадження зазначених добавок. Наприклад, що стосується води з вмістом карбонату натрію з концентрацією 10 мас. % (тобто 10 г на 100 г води), температура не має бути нижче 10°C для уникнення осадження.

Відповідно до конкретного варіанта здійснення даного винаходу у випадку застосування одноступінчастого гідратора, зона гашення вапна охоплює щонайменше 30 %, переважно 40 %,

зокрема 50 %, більш переважно 60 % від довжини гідратора.

Інші варіанти здійснення способу за даним винаходом наведені у доданій формулі винаходу.

Даний винахід також стосується складу вапна, отриманого у спосіб відповідно до даного винаходу, що має відтворюваний частковий об'єм пор за методом Барета-Джойнера-Халенди, який складається з пор діаметром від 100 ангстрем до 300 ангстрем, який більший або дорівнює 0,07 см³/г, переважно який більший або дорівнює 0,10 см³/г, переважно який більший або дорівнює 0,11 см³/г, зокрема який більший або дорівнює 0,12 см³/г і зазвичай нижчий 0,15 см³/г, зокрема нижчий 0,14 см³/г.

В альтернативному варіанті склад вапна, отриманий у спосіб відповідно до даного винаходу, являє собою відтворюваний частковий об'єм пор за методом Барета-Джойнера-Халенди, який складається з пор діаметром від 100 ангстрем до 400 ангстрем, який більший або дорівнює 0,09 см³/г, переважно який більший або дорівнює 0,12 см³/г, переважно який більший або дорівнює 0,13 см³/г, зокрема який більший або дорівнює 0,14 см³/г і зазвичай нижчий 0,17 см³/г, зокрема нижчий 0,16 см³/г.

Інші варіанти складу вапна за даним винаходом наведені у доданій формулі винаходу.

Інші характеристики і переваги даного винаходу наведені в наступному необмежувальному описі, посилаючись на креслення і приклади.

На Фігурі 1 наведене моделювання методом обчислювальної гідродинаміки із зображенням одноступінчастого гідратора з невеликою ділянкою витяжного ковпака, розташованого в кінці зони гашення гідратора.

На Фігурі 2 наведене моделювання методом обчислювальної гідродинаміки із зображенням одноступінчастого гідратора з невеликою ділянкою витяжного ковпака, розташованого в центрі зони гашення гідратора.

На Фігурі 3 наведене моделювання методом обчислювальної гідродинаміки із зображенням одноступінчастого гідратора з довгим витяжним ковпаком, що охоплює довжину зони гашення гідратора.

На Фігурі 4 наведена схематична ілюстрація довжини та положення витяжного ковпака на одноступінчастому гідраторі для здійснення способу відповідно до даного винаходу.

На кресленнях ті самі номери позицій присвоєні тому самому або аналогічному елементу.

Таким чином, даний винахід має на меті видалення при першій можливості пари, що утворюється в результаті реакції гашення негашеного вапна, для уникнення контакту між зазначеною парою і вапном, причому зазначений контакт є шкідливим для пористості гашеного вапна. Пари в основному утворюються в зоні гашення гідратора. Тому, для оптимізації етапу видалення пари відповідно до способу за даним винаходом, гідратор (одноступінчастий або багатоступінчастий) має бути оснащений витяжним ковпаком, який переважно охоплює 100 % довжини гідратора.

В альтернативному варіанті здійснення даного винаходу зазначений витяжний ковпак має охоплювати частину довжини гідратора, починаючи з 35 %, переважно щонайменше від 30 %, переважно 20 %, більш переважно 10 %, зокрема 0 % від довжини зазначеного гідратора вище за потоком у напрямку гашення щонайменше до 65 %, переважно до 70 %, зокрема до 80 %, більш переважно 90 %, зокрема 100 % від довжини гідратора (див. Фігуру 4).

Приклади

Приклад 1

Моделювання методом обчислювальної гідродинаміки було виконане для ілюстрації шляху потоку водяної пари, що утворюється під час реакції гашення негашеного вапна, зі співвідношенням вода/вапно від 0,8 до 1,3 залежно від розміру/ділянки і положення мішкового фільтра на одноступінчастому гідраторі (пристрої для гашення вапна).

В цьому моделюванні, проілюстрованому на фігурах 1-3, напівциліндр являє собою верхню половину гідратора, а саме - частину гідратора, розташовану над шаром вапна.

Така верхня частина гідратора приєднана до витяжного ковпака, що відводить водяний пар у напрямку мішкового фільтра (не представлено).

Мішковий фільтр є в тій самій ділянці, що і витяжний ковпак, до якого він приєднаний.

Були розглянуті три ситуації.

1: невелика ділянка витяжного ковпака, розташована в кінці гідратора (Фігура 1).

2: невелика ділянка витяжного ковпака, розташована в центрі гідратора (Фігура 2).

3: витяжний ковпак, що охоплює всю довжину зони гашення гідратора (Фігура 3).

Результати показують, що в ситуації 1 (Фігура 1) водяна пара має дуже довгий шлях потоку, що змушує водяну пару залишатися в гідраторі в тісному контакті з шаром вапна протягом значного періоду часу, перш ніж ця водяна пара буде відведена за допомогою мішкового фільтра. Протягом цього періоду водяна пара буде перешкоджати гашенню негашеного вапна,

зокрема здійсненню точного керування процесом гідратації.

Ситуація 2 (Фігура 2) має кращі результати, ніж в ситуації 1, оскільки вона передбачає скорочення шляху потоку водяної пари. Проте, навіть якщо утворена пара менше знаходиться в контакт з вапном, що піддається реакції гашення, така пара все одно знаходиться в контакт з останнім.

Ситуація 3 (Фігура 3) є найкращою ситуацією, оскільки утворена пара безпосередньо витягується до можливості вступання в контакт з вапном в зоні гашення вапна.

На закінчення, є більш бажаним розташування мішкового фільтра вздовж основної ділянки гідратора для відведення водяної пари найкоротшим і найбільш вертикальним шляхом потоку, таким чином уникаючи наявності поперечних потоків, що могло б призвести до небажаної гідратації.

Приклад 2

Високопористе гашене вапно промислово виготовляється відповідно до даного винаходу в одноступінчастому гідраторі довжиною приблизно 5,5 м і діаметром 2,1 м (тільки в резервуарі гідратора), що виробляє приблизно 6 т/год. гашеного вапна і що оснащений мішковим фільтром. Для цього процесу негашене вапно (d_{98} 3 мм), що має реакційну здатність t_{60} менше 1 хвилини, гаситься водою зі співвідношенням вода/негашене вапно, яке дорівнює 1,05 за масою, причому воду подають при температурі навколишнього середовища. Середній вміст води в необробленому гідраті, що означає вміст води в необробленому гашеному вапні на виході з гідратора і до етапу сушіння, становить 21,3 мас. %. Витяжний ковпак фільтра (зона контакту між гідратором і фільтром) розташований вздовж зони гашення, тобто в центральному положенні порівняно з довжиною гідратора. Потім необроблений гідрат транспортують і сушать протягом декількох хвилин в молотковому млині-сушарці, куди подають гаряче повітря. Після висушування продукт з гашеного вапна відокремлюють від повітря за допомогою мішкового фільтра.

Отримане висушене гідратоване вапно має середню питому поверхню за БЕТ, яка дорівнює 42,6 м²/г, і вироблений загальний середній об'єм пор за методом Барета-Джойнера-Халенди (об'єм пор до 1000 Å) дорівнює 0,255 см³/г.

Приклад 3

Високопористе гашене вапно промислово виготовляється відповідно до даного винаходу в іншому одноступінчастому гідраторі, значно більшому, ніж в прикладі 2, оскільки він виробляє від 9 до 10 т/год. гашеного вапна. Цей гідратор також оснащений мішковим фільтром, витяжний ковпак якого також розташований вздовж зони гашення вапна, тобто в центральному положенні порівняно з довжиною гідратора. Для цього процесу негашене вапно (d_{98} 3 мм) з реакційною здатністю t_{60} 1,3 хв. гаситься водою зі співвідношенням вода/негашене вапно, що дорівнює 1,0 за масою. Середній вміст води в необробленому гідраті, що означає вміст води в необробленому гашеному вапні на виході з гідратора і до етапу сушіння, дорівнює 24,2 мас. %. Потім необроблений гідрат транспортують і сушать протягом декількох хвилин в молотковому млині-сушарці, куди подають гаряче повітря. Після висушування продукт з гашеного вапна відокремлюють від повітря за допомогою мішкового фільтра.

Отримане висушене гідратоване вапно має середню питому поверхню за БЕТ, яка дорівнює 41,4 м²/г, і вироблений загальний середньорічний об'єм пор за методом Барета-Джойнера-Халенди (об'єм пор до 1000 Å) дорівнює 0,203 см³/г.

Приклад 4

Високопористе гашене вапно промислово виготовляється відповідно до даного винаходу в багатоступінчастому гідраторі довжиною 5 м, що виробляє приблизно 3 т/год. гашеного вапна і що оснащений мішковим фільтром. Сам гідратор складається з трьох ступенів, встановлених один на одному, однієї довжини. Негашене вапно і вода подаються на початку першого ступеню гідратора. Діетиленгліколь додають до води для гашення в кількості 0,3 мас. % відносно загальної кількості негашеного вапна. Витяжний ковпак мішкового фільтра розташований по всій довжині гідратора. Для цього процесу негашене вапно, що має реакційну здатність t_{60} , яка дорівнює 1,1 хв, гаситься водою зі співвідношенням вода/негашене вапно, що дорівнює 1,0 за масою, причому воду подають при температурі навколишнього середовища. Середній вміст води в необробленому гідраті, що означає вміст води в необробленому гашеному вапні на виході з гідратора і до етапу сушіння, дорівнює 25 мас. %. Потім необроблений гідрат транспортують і висушують протягом декількох хвилин у штифтовому млині-сушарці, куди подають гаряче повітря. Після висушування продукт з гашеного вапна відокремлюють від повітря за допомогою мішкового фільтра.

Отримане висушене гідратоване вапно має середню питому поверхню за БЕТ, яка дорівнює 39,7 м²/г, і вироблений загальний середній об'єм пор за методом Барета-Джойнера-Халенди

(об'єм пор до 1000 Å) дорівнює 0,195 см³/г.

Порівняльний приклад 1

Випробування гідратації негашеного вапна здійснюються в лабораторних масштабах на невеликому лабораторному експериментальному одноступінчастому гідраторі довжиною 80 см та діаметром приблизно 25 см, що виробляє приблизно 20 кг/год. гашеного вапна. В цьому гідраторі негашене вапно та вода для гашення вапна подаються вгору за потоком гідратора та рухаються у напрямку гашення вапна до кінця гідратора за допомогою вала, оснащеного змішувальною лопаттю.

Перше випробування полягає в отриманні високопористого гашеного вапна відповідно до даного винаходу шляхом гашення негашеного вапна водою при співвідношенні вода/негашене вапно 1,1 за масою і шляхом витягування пари, що утворюється під час реакції гашення вапна, вздовж зони гашення вапна за допомогою витяжного каналу. Експеримент проходить дуже добре і висушене гідратоване вапно має питому поверхню за БЕТ, яка дорівнює 40,6 м²/г, і вироблений загальний об'єм пор за методом Барета-Джойнера-Халенди (пор до 1000 Å) дорівнює 0,179 см³/г.

Потім витягування пари переміщується до кінця гідратора, при цьому всі інші умови залишаються незмінними. Цей експеримент має бути припинений в зв'язку з майже безперервним блокуванням витяжного каналу і труби для подавання вапна. Отже, в цих умовах пара, яка утворюється головним чином в центральній частині гідратора, має пройти довгий шлях, щоб дістатися витяжного каналу. Тому частина пари не йде цим шляхом, а скоріше в іншому напрямку, і виходить з реактора через точку подавання негашеного вапна, що призводить до постійного засмічення точки подавання вапна. Крім того, для кращого всмоктування пари через витяжний канал, необхідно збільшити ділянку низького тиску, що також призводить до витягування більшої кількості пилу (в дійсності, в гідраторі є не просто пара, але пара, в якій значна кількість гашеного вапна є у вигляді суспензії), і, таким чином, до засмічення витяжного каналу через регулярні проміжки часу (приблизно кожні 2 хвилини). За цих важких умов не вдалося здійснити спосіб гашення вапна.

Потрібно розуміти, що даний винахід не обмежується описаними варіантами його здійснення і що можуть застосовуватися інші варіанти, не виходячи за межі обсягу доданої формули винаходу.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб виготовлення високопористого гашеного вапна, що має високу питому поверхню за БЕТ, що знаходиться в діапазоні від 30 до 50 м²/г, і високий об'єм пор за методом Барретта-Джойнера-Халенди, що складається з пор діаметром менше 1000 ангстрем, який більший або дорівнює 0,15 см³/г, причому зазначений спосіб включає в себе етап подавання негашеного вапна, етап подавання води в зоні подавання гідратора, етап гасіння зазначеного негашеного вапна в зоні гасіння зазначеного гідратора та етап визрівання в зоні визрівання зазначеного гідратора для утворення гашеного вапна, який **відрізняється** тим, що зазначений етап подавання негашеного вапна і зазначений етап подавання води виконують для отримання співвідношення вода/негашене вапно, що знаходиться в діапазоні від 0,8 до 1,3 за масою, переважно від 0,9 до 1,2 і більш переважно до 1, причому спосіб додатково включає в себе етап видалення пари, утвореної на етапі гасіння вапна, причому зазначений етап видалення пари виконують на рівні понад щонайменше 90 % від довжини зазначеної зони гасіння вапна для утворення необробленого високопористого гашеного вапна, що має високу питому поверхню за БЕТ і високий об'єм пор за методом Барретта-Джойнера-Халенди.

2. Спосіб за п. 1, який додатково включає в себе етап сушіння зазначеного необробленого гашеного вапна для утворення висушеного порошкоподібного гашеного вапна з високою питомою поверхнею за БЕТ і високим об'ємом пор за методом Барретта-Джойнера-Халенди.

3. Спосіб за п. 1 або п. 2, де зазначений етап гасіння зазначеного негашеного вапна виконують в одноступінчастому гідраторі.

4. Спосіб за будь-яким з пп. 1-3, де зазначений етап видалення пари виконують за допомогою тканинного фільтра.

5. Спосіб за будь-яким з пп. 1-4, де зазначений етап видалення пари виконують по всій довжині гідратора.

6. Спосіб за будь-яким з пп. 1-5, де етап подавання негашеного вапна виконують за допомогою зважувального пристрою, такого як конвеєрна стрічка, що забезпечує потрапляння негашеного вапна у гідратор.

7. Спосіб п. 6, де подавання води здійснюють в одній точці на вході гідратора, переважно в

напрямку стікання негашеного вапна.

8. Спосіб за будь-яким з пп. 1-7, де зазначене негашене вапно має реакційну здатність відносно води t_{60} , яка вимірюється згідно з Європейським стандартом EN 459-2, що більше або дорівнює 15 сек. і менше або дорівнює 10 хв., переважно менше або дорівнює 5 хв., більш переважно менше або дорівнює 3 хв. і найбільш переважно менше або дорівнює 2 хв.

9. Спосіб за будь-яким з пп. 1-8, де зазначене негашене вапно має розмір частинок d_{98} , що становить від 90 до 10 мм, переважно менше або дорівнює 5 мм, більш переважно менше або дорівнює 2 мм.

10. Спосіб за будь-яким з пп. 1-9, де зазначена вода має температуру, яка менша або дорівнює 60 °С, переважно менша або дорівнює 40 °С, переважно менша або дорівнює 20 °С.

11. Спосіб за будь-яким з пп. 1-10, де протягом зазначеного етапу гасіння вапна вапно змішують і піднімають за допомогою вала, оснащеного змішувальними лопатями.

12. Спосіб за будь-яким з пп. 1-11, де температура в гідраторі підтримується на рівні нижче 100 °С, переважно від 85 до 99 °С, більш переважно від 95 до 98 °С.

13. Спосіб за будь-яким з пп. 11-12, де спосіб виготовлення високопористого гашеного вапна контролюють шляхом вимірювання вологості необробленого гашеного вапна або інтенсивності роботи двигуна вала, оснащеного змішувальними лопатями.

14. Спосіб за будь-яким з пп. 1-13, де вміст води у необробленому негашеному вапні становить від 15 до 30 мас. %, переважно від 20 до 25 мас. % відносно маси зазначеного необробленого вапна.

15. Спосіб за будь-яким з пп. 1-14, де етап подавання води являє собою етап подавання води, яка містить добавки, такі як діетиленгліколь, сполука лужних металів, вибрана з групи, що складається з гідроксидів, карбонатів, гідрокарбонатів лужних металів та їхніх сумішей.

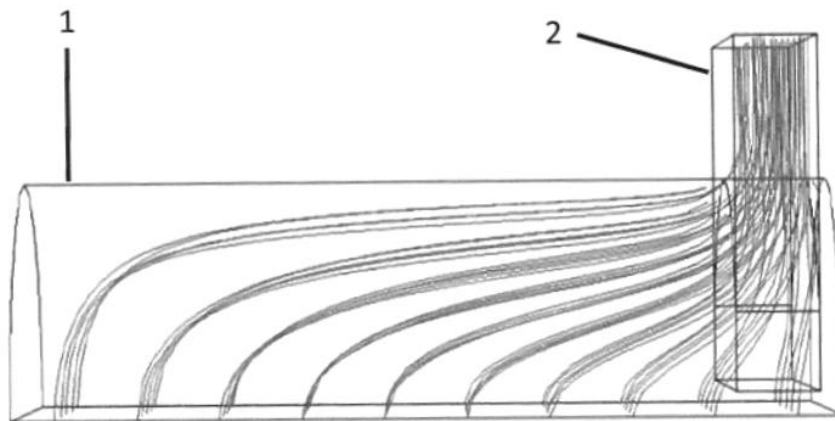


Fig.1

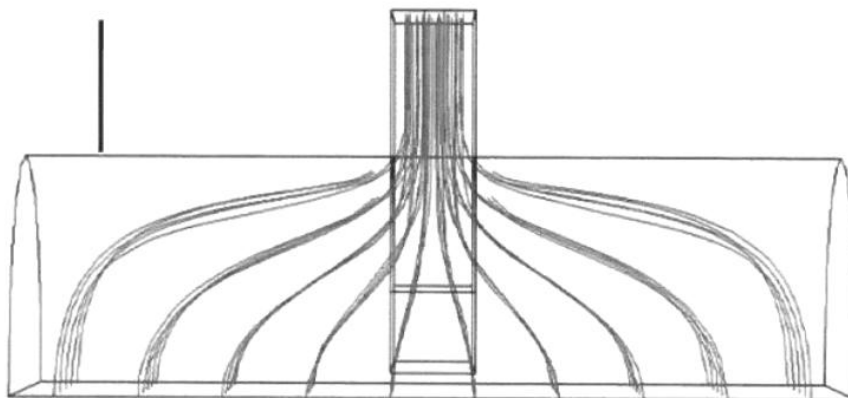
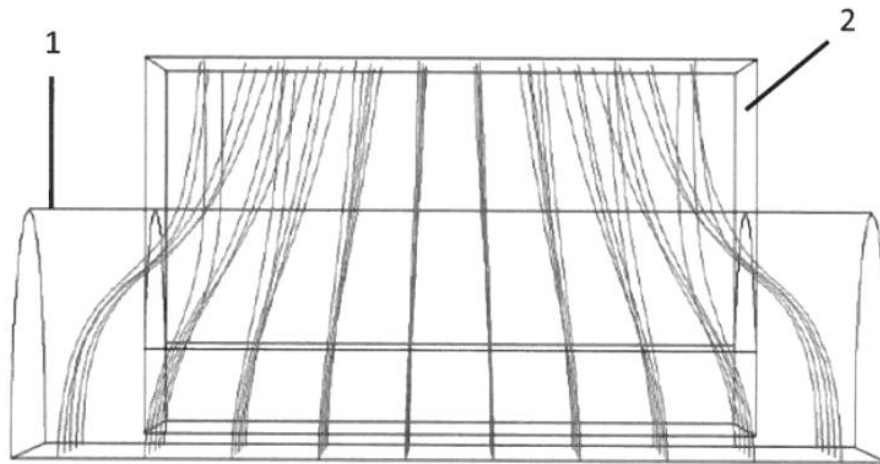
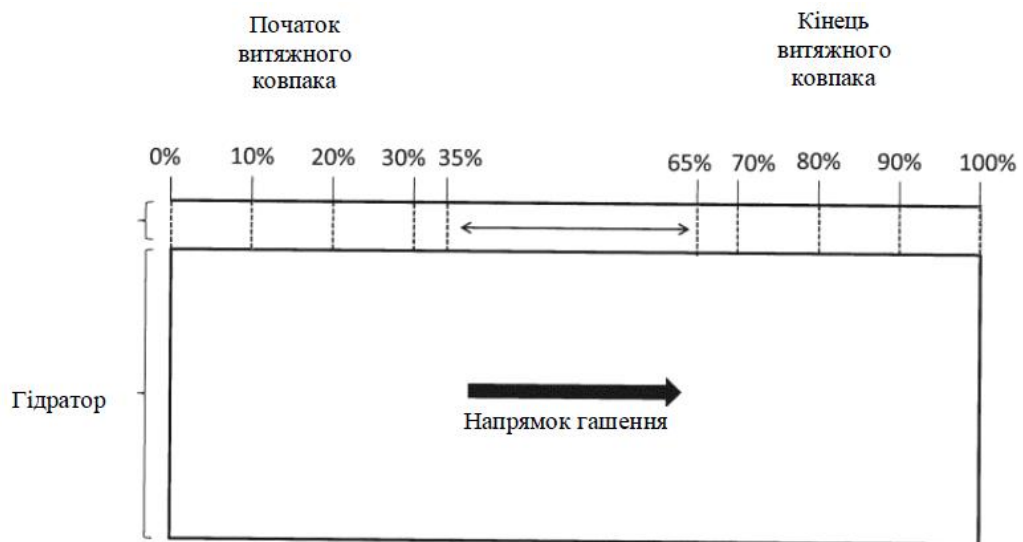


Fig.2



Фіг.3



Фіг.4