

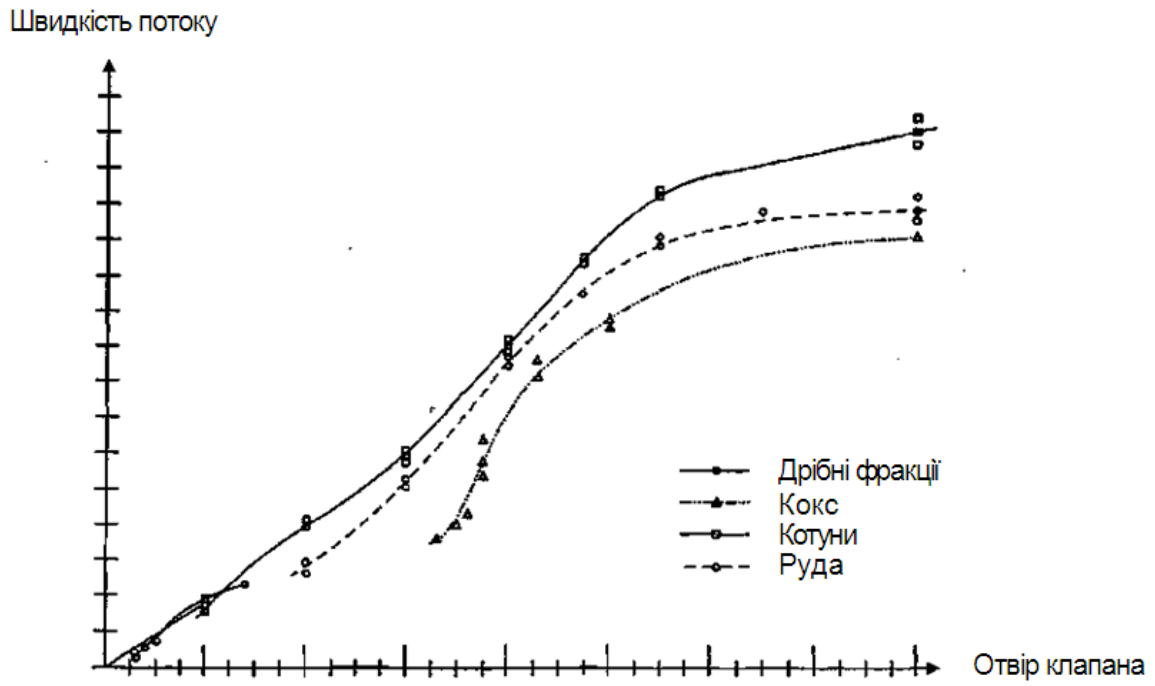
**УКРАЇНА****(19) UA (11) 103518 (13) C2**
(51) МПК**C21B 7/20 (2006.01)****C21B 7/24 (2006.01)****F27B 1/20 (2006.01)****ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ****(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

(21) Номер заявки: а 2011 10789	(72) Винахідник(и): Токер Поль (LU), Бреден Еміль (LU), Лонарді Еміль (LU), Мейєр Дам'єн (FR)
(22) Дата подання заявки: 11.02.2010	(73) Власник(и): ПОЛЬ ВУРТ С.А., 32, rue d'Alsace, L-1122 Luxembourg, Luxembourg (LU)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.10.2013	(74) Представник: Петров Андрій Володимирович, реєстр. №139
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 91 526	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: SU, 1493112, A3, 07.07.1989 JP, 2005206848, A, 04.08.2005 JP, 5604706, A, 30.04.1981 JP, 59229407, A, 22.12.1984 JP, 04198412, 17.07.1992 EP, 04881318, A2, 03.06.1992
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 11.02.2009	
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: LU	
(41) Публікація відомостей про заявку: 25.11.2011, Бюл.№ 22	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.10.2013, Бюл.№ 20	
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: РСТ/EP2010/051733, 11.02.2010	

(54) СПОСІБ І СИСТЕМА ДЛЯ РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ПОТОКУ ШИХТОВОГО МАТЕРІАЛУ У ПРОЦЕСІ ЗАВАНТАЖЕННЯ ШАХТНОЇ ПЕЧІ**(57) Реферат:**

У процесі завантаження шахтної печі, насамперед доменної печі, партії шихтового матеріалу, звичайно, у циклічній послідовності вивантажують у піч із верхнього бункера з використанням клапана-регулятора потоку. Запропонований спосіб і система для регулювання швидкості потоку шихтового матеріалу у такому процесі. Відповідно до винаходу для кожної партії зберігають відповідний набір із декількох положень клапана, при цьому кожне положення клапана набору взаємопов'язане з іншим етапом у вивантаженні відповідної партії. Спосіб і система сконфігуровані для вивантаження даної партії так, що на кожному етапі у вивантаженні даної партії клапан-регулятор потоку експлуатують при постійному відкритому клапані на основі положення клапана, взаємопов'язаного з даним етапом, і для даного етапу визначають фактичну середню швидкість потоку, при якій вивантажується шихтовий матеріал. Також відповідно до винаходу спосіб і система сконфігуровані для корекції декількох положень клапана, збережених для даної партії у режимі "офлайн", у функціональній залежності від фактичної середньої швидкості, визначеної для взаємопов'язаного етапу.

UA 103518 C2



Фіг. 2

Галузь техніки

Загалом, даний винахід належить до процесу завантаження шахтної печі, насамперед доменної печі. Більше конкретно, даний винахід належить до способу й системи для регулювання швидкості потоку шихтового матеріалу з верхнього бункера у піч із використанням клапана-регулятора потоку.

Рівень техніки

Добре відомо, що, крім належного шихтування матеріалів, геометричний розподіл шихтового матеріалу у доменній печі впливає на процес виробництва рідкого металу, тому що він, серед усього іншого, визначає розподіл газу. Для того щоб досягти бажаного ступеня розподілу, беручи до уваги оптимальний процес, два основних аспекти мають важливе значення. По-перше, матеріал повинен направлятися у правильне геометричне розташування на рівні засипки для досягнення бажаної конфігурації, звичайно групи замкнених концентричних кілець або спіралі. По-друге, необхідно завантажувати відповідну кількість шихтового матеріалу на одиницю поверхні за траєкторією.

Щодо першого аспекту геометрично правильно заданого розподілу можна досягти з використанням установки завантаження через колошник, оснащеної розподільним лотком, що має можливість обертання навколо осі печі й повороту навколо осі, перпендикулярної осі обертання. За останні десятиліття цей тип завантажувальної установки, звичайно іменований BELL LESS TOP™, знайшов широке застосування у промисловості, тому що він дозволяє здійснити напрямком шихтового матеріалу точно до будь-якої точки рівня засипки за допомогою належного регулювання обертання лотка й кутів повороту. Ранній приклад такої завантажувальної установки розкритий у патенті США № 3,693,812, переуступленому фірмі PAUL WURTH. На практиці цей тип установки використовують для вивантаження циклічно повторюваних послідовностей партій шихтового матеріалу у піч за допомогою розподільного лотка. Матеріал на розподільний лоток звичайно надходить з одного або більше верхніх бункерів (також іменовані бункерами для матеріалу), розташованих у колошника печі вище за потоком від лотка, що забезпечують проміжне зберігання для кожної партії й служать як шлюз грубого газу.

Беручи до уваги другий аспект, тобто керування кількістю матеріалу, що завантажується на одиницю поверхні, вищевказаний тип завантажувальної установки звичайно оснащений відповідним клапаном-регулятором потоку (також іменований заслінкою для матеріалу) для кожного верхнього бункера, наприклад відповідно до патенту США № 4,074,835. Клапан-регулятор потоку використовують для регулювання швидкості потоку шихтового матеріалу, що вивантажується з відповідного бункера у піч, за допомогою розподільного лотка для одержання відповідної кількості шихтового матеріалу на одиницю площі за допомогою зміни отвору клапана.

Звичайно, регулювання швидкості потоку має мету одержання діаметрально симетричного й рівномірного по колу розподілу маси за бажаною траєкторією, що звичайно вимагає постійної швидкості потоку. Інша важлива мета - синхронізація кінця вивантаження партії щодо описаної розподільним лотком траєкторії. У противному випадку бункер може бути спустошений до того, як лоток досягне кінця траєкторії («недорегулювання») або там може залишитися матеріал, який необхідно вивантажити після того, як траєкторія повністю описана лотком («перерегулювання»).

Японські патентні заявки JP 04 198412, JP 56 047506 і JP 59 229407 пропонують способи, які спрямовані на запобігання недорегулювання або перерегулювання. У кожному з цих способів отвір клапана-регулятора потоку є фіксованим під час вивантаження даної партії, але є повторно регульованим для наступного вивантаження у випадку виникнення перерегулювання або недорегулювання. Як альтернатива повторному регулюванню отвору клапана, JP 56 047506 також пропонує змінювати швидкість обертання розподільного лотка при збереженні отвору клапана незмінним. Ясно, що, займаючись проблемами недорегулювання або перерегулювання, запропоновані в JP 04 198412, JP 56 047506 і JP 59 229407 способи не забезпечують постійної швидкості потоку, необхідної для рівномірного розподілу ваги по колу за бажаною траєкторією. Дійсно, при отворі клапана, що залишається постійним під час вивантаження даної партії, швидкість потоку неминуче змінюється під час вивантаження, серед усього іншого, через збільшення залишкової маси, що залишається у бункері.

Тому в інших відомих підходах отвір клапана змінюється під час вивантаження даної партії. У типовому підході такого роду клапан-регулятор потоку спочатку встановлений у попередньо задане «середнє положення», тобто «середній» отвір клапана, що відповідає середній швидкості потоку. На практиці середня швидкість потоку визначається у функціональній залежності від первісного об'єму партії, що перебуває у відповідному верхньому бункері, і часу,

який потрібен розподільному лотку для повного опису бажаної траєкторії. Відповідний отвір клапана звичайно одержують з однієї з групи попередньо заданих характеристик клапана для різних типів матеріалу, особливо з кривих, що відображають швидкість потоку стосовно отвору клапана для різних типів матеріалу. Як було обговорено, наприклад, в Європейському патенті EP 0 204 935, характеристика клапана для даного типу матеріалу й даного клапана може бути отримана шляхом експерименту. EP 0 204 935 пропонує регулювати швидкість потоку за допомогою «онлайнного» керування зі зворотним зв'язком під час вивантаження партії у функціональній залежності від контрольованої залишкової ваги або зміни ваги шихтового матеріалу у розподільному верхньому бункері. На відміну від більше ранніх патентів США № 4,074,816 і 3,929,240, EP 0 204 935 пропонує спосіб, що, починаючи з попередньо заданого середнього отвору клапана, збільшує отвір клапана у випадку недостатньої швидкості потоку, але не зменшує отвір клапана у випадку надмірної швидкості потоку. EP 0 204 935 також пропонує відновлення даних, які означають положення клапана, необхідних для забезпечення заданого виходу відповідного типу матеріалу, тобто характеристику клапана для деякого типу матеріалу, у світлі результатів, отриманих із попереднього завантаження.

Японська патентна заявка JP 2005 206848 розкриває інший спосіб «онлайнного» керування зі зворотним зв'язком отвору клапана під час вивантаження партії. Згідно JP 2005 206848 отвір клапана повторно регулюється за допомогою «динамічного регулювання», що використовує керуючий вплив за інтегралом й пропорційний керуючий вплив у мінімальних переміщеннях або інтервалах. Кожний інтервал відповідає повному оберту обертового розподільного лотка під час вивантаження. Це онлайнне «динамічне регулювання» робить повторне регулювання отвору клапана для наступного інтервалу під час вивантаження у функціональній залежності від залишкової ваги, що підлягає вивантаженню, і часу вивантаження, що залишився. Крім того, JP 2005 206848 пропонує застосування двох обчислень корекція «подача вперед» і корекція «подача назад» для більше точного визначення необхідного первісного отвору клапана для першого інтервалу вивантаження, тобто першого оберту лотка.

Європейський патент EP 0 488 318 розкриває інший спосіб регулювання швидкості потоку за допомогою керування у реальному часі ступенем відкриття клапана-регулятора потоку й також пропонує використання таблиць, які являють собою співвідношення між ступенем відкриття й швидкістю потоку відповідно до різних типів матеріалу, схожими з вищезгаданою характеристикою клапана. EP 0 488 318 пропонує спосіб, спрямований на одержання постійного співвідношення швидкості потоку до (середнього) діаметру зерна під час вивантаження, беручи до уваги досягнення більше однорідного розподілу газового потоку.

У цей час широко поширена практика «онлайнного» регулювання швидкості потоку згідно EP 0 204 935. Не дивлячись на очевидні вигоди щодо рівномірного розподілу маси по колу, цей підхід залишає простір для поліпшення. Наприклад, він вважається недостатньо пристосованим до великої розмаїтості властивостей партії, наприклад до партій, що складаються з суміші різних шихтових матеріалів, або до великої розмаїтості режимів експлуатації установки завантаження через колошник. Крім того, відомі підходи «онлайнного» керування зі зворотним зв'язком, наприклад згідно EP 0 204 935 або JP 2005 206848, для досягнення гарних результатів вимагають точного вибору й налаштування параметрів керування.

Технічна проблема

Першою метою даного винаходу є розробка як спрощеного способу, так і спрощеної системи для регулювання швидкості потоку шихтового матеріалу у завантаженні шахтної печі.

Ця мета досягнута за допомогою способу за п. 1 формули винаходу й системи за п. 7 формули винаходу.

Загальний опис винаходу

Даний винахід належить до способу регулювання швидкості потоку шихтового матеріалу у процесі завантаження шахтної печі, насамперед доменної печі. Такий процес завантаження звичайно містить у собі циклічну послідовність партій шихтового матеріалу, які утворює цикл завантаження й вивантажуються у піч із верхнього бункера з використанням клапана-регулятора потоку. Ясно, що партія, таким чином, являє собою дану кількість або серію шихтового матеріалу, наприклад одне заповнення або завантаження бункера матеріалом, що завантажується у піч за одну або декілька операцій, які становлять цикл завантаження.

Відповідно до запропонованого способу, для кожної партії зберігається відповідний набір безлічі установок клапана. Ясно, що у даному контексті термін «декілька установок» означає більше ніж одну установку й, звичайно, безліч установок. Кожна установка клапана з набору взаємопов'язана з іншим етапом вивантаження відповідної партії, для якої зберігається набір. Переважно, кожний процес вивантаження партії розділений на послідовні етапи або періоди, так що кожний етап відповідає іншому робочому стану розподільного пристрою, який

використаний для розподілу вивантаженої партії. Насамперед, кожний етап, переважно, відповідає іншим положенням повороту розподільного лотка розподільного пристрою.

Відповідно до запропонованого способу дана партія циклу завантаження вивантажується з використанням клапана-регулятора потоку, встановленого для кожного етапу відповідно до установки клапана, взаємопов'язаної з розглянутою партією. Тому отвір клапана залишається постійним під час кожного етапу вивантаження відповідно, незважаючи на те, що він може змінюватися від етапу до етапу. Крім того, на кожному окремому етапі визначається фактична середня швидкість потоку, при якій вивантажується шихтовий матеріал.

Відповідно до запропонованого способу основний аспект регулювання швидкості потоку лежить у корекції кожної з безлічі установок клапана, які використовуються для функціонування клапана-регулятора потоку. Більше конкретно, кожна установка клапана для даної партії коректується у режимі оффлайн, наприклад безпосередньо після того, як завершений даний етап вивантаження, або після того, як партія повністю вивантажена або навіть до наступного вивантаження даної партії. Для кожної установки клапана здійснюється корекція у функціональній залежності від фактичної середньої швидкості, встановленої для етапу, з яким взаємопов'язана установка клапана.

Ясно, що регулювання швидкості потоку спрощене й відтворене більше надійно на підставі «оффлайнової» сутності корекції установки клапана відповідно до винаходу. Серед усього іншого, усувається необхідність вибору й точного настроювання керуючих параметрів, як було потрібно «онлайновими» способами керування зі зворотним зв'язком відомого типу. Запропонований спосіб не підлягає впливу нестабільності й незадовільних результатів внаслідок неналежних керуючих параметрів або змін у властивостях партії. Крім того, оскільки «онлайнове» регулювання відповідно до принципів EP 0 204 935 або JP 2005 206848 містять у собі необхідність належного визначення первісного отвору клапана для запуску вивантаження, ця необхідність запропонованим способом усунута. Крім того, запропонований підхід регулювання швидкості потоку автоматично адаптується до змін у режимах роботи установки завантаження через колошник від одного етапу до іншого етапу під час вивантаження, наприклад до закриття клапана-регулятора потоку, і також між партіями.

Відповідна система для регулювання швидкості потоку запропонована у п. 7 формули винаходу. Відповідно до винаходу, система, в основному, містить пристрої запам'ятовування, що зберігають відповідну групу з безлічі установок клапана для кожної партії, і додатні програмувальні обчислювальні пристрої (наприклад, комп'ютер або програмувальний логічний контролер), запрограмовані для здійснення ключових аспектів запропонованого способу, як деталізовано вище.

Кращі ознаки запропонованого способу й системи визначені у залежних пунктах 2-7 і 9-14 відповідно.

Короткий опис креслень

Кращий варіант здійснення винаходу буде описаний за допомогою прикладу, з посиланням на прикладені креслення, на яких зображені:

Фіг. 1 схематичний вертикальний вигляд у поперечному розрізі клапана-регулятора потоку, взаємопов'язаного з верхнім бункером завантажувальної установки доменної печі,

Фіг. 2 графік, що зображує групу попередньо заданих графічних характеристик, що відображають швидкість потоку стосовно установки клапана, як визначено за допомогою виміру для різних типів матеріалу й клапана-регулятора потоку,

Фіг. 3 блок-схема, що схематично ілюструє потік даних у сполученні з одержанням і корекцією індивідуальної характеристики клапана для кожної партії шихтового матеріалу,

Фіг. 4 таблиця індивідуальних характеристик клапана, виражених у вигляді послідовності дискретних заданих значень клапана (кут α відкриття на фіг. 1) і взаємозалежної послідовності дискретних середніх значень швидкості потоку,

Фіг. 5 графік кривої, що зображує представлену на фіг. 4 індивідуальну характеристику клапана,

Фіг. 6 графік кривих, що зображують первісну індивідуальну характеристику клапана (суцільна лінія) і скоректовану індивідуальну характеристику клапана (переривчаста лінія).

Фіг. 7 блок-схема, що схематично зображує потік даних у сполученні з регулюванням швидкості потоку відповідно до даного винаходу,

Фіг. 8 графік індивідуальної характеристики клапана, що зображує етапи, які використані у сполученні з корекцією й відновленням кожної з безлічі установок клапана для використання у вивантаженні даної партії.

Докладний опис із посиланням на креслення

На фіг. 1 схематично зображений клапан-регулятор 10 потоку на виході верхнього бункера

12 у завантажувальній установці доменної печі, наприклад відповідно до заявки WO 2007/082630. Під час вивантаження партіями шихтового матеріалу клапан-регулятор 10 потоку використовують для керування (масовою або об'ємною) швидкістю потоку. Добре відомо, що для належного профілю завантаження, швидкість потоку повинна бути погоджена з роботою розподільного пристрою, в який подається матеріал у формі потоку 14, як зображено на фіг. 1. Звичайно, швидкість потоку повинна бути погоджена з обертанням і поворотом розподільного лотка (не показаний). Ясно, що швидкість потоку - це регульований параметр процесу, обумовлений, головним чином, отвором клапана (область діафрагми / відкритий переріз) клапана 10.

У зображеному на фіг. 1 варіанті здійснення клапан-регулятор 10 потоку сконфігурований відповідно до загальних принципів, розкритих у патенті США № 4,074,835, тобто, за допомогою дросельної заслінки 16, що повертається, яка повертається напроти елемента 18 каналу у цілому восьмигранного або овального перерізу. У цьому варіанті здійснення керованою установкою клапана (регульована змінна) є кут α розкриття клапана 10, що визначає положення повороту заслінки 16 і, таким чином, отвору клапана. Потім символ « α » виражений, наприклад, в [°] і являє собою установку для клапана 10 фіг. 1 тільки у показових потребах. Дійсно, даний винахід не обмежений у своєму застосуванні особливим типом клапана-регулятора потоку. Він рівною мірою застосовний до будь-якої іншої конструкції, наприклад, до такої, яка описана в Європейському патенті EP 0 088 253, в якому регульована змінна є осьовим зсувом клапана у вигляді пробки, або в Європейському патенті EP 0 062 770, в якому регульована змінна є отвором клапана типу ірисової діафрагми.

На фіг. 2 зображені криві, що відображають швидкість потоку стосовно установки клапана для різних типів матеріалу відповідно, а саме, агломерованих дрібний фракцій, коксу, котунів і руди для даного типу клапана-регулятора потоку (криві фіг. 2 є клапаном-регулятором коркового типу, як описано в EP 088 253). Кожну криву одержують емпіричним шляхом відомим способом, тобто на підставі змін швидкості потоку для різних установок клапана за допомогою показової партії даного типу матеріалу, що має звичайні властивості, насамперед гранулометрію й загальну вагу партії. Криві, як зображені на фіг. 2, виражають попередньо задану типову характеристику клапана щодо деякого типу матеріалу.

Режим корекції характеристики клапана

У цьому розділі з посиланням на фіг. 3-6 описується кращий режим одержання й корекції індивідуальних для партії характеристик клапана, який називають «режим корекції характеристики клапана».

Як зображено на фіг. 3, для позначення співвідношення між швидкістю потоку й установкою клапана-регулятора 10 потоку передбачена обмежена кількість попередньо заданих характеристик клапана, що мають відношення до деякого типу матеріалу. Наприклад, як показано на фіг. 3, передбачені тільки дві основні характеристики, одна для коксового матеріалу («С») і одна для залізовмісного матеріалу («О»), однак не виключаються інші можливі попередньо задані характеристики, наприклад для матеріалу типів агломерат і котуни відповідно (дивися фіг. 2). Попередньо задані характеристики 20 передбачені відповідно до типів матеріалів, що використовуються, у бажаному циклі завантаження й отримують відомим способом, наприклад, як визначено вище щодо фіг. 2. Попередньо задані характеристики 20 зберігаються у будь-якому придатному форматі у пристрої зберігання даних, наприклад на жорсткому диску комп'ютерної системи, що здійснює інтерфейс «людина-машина» (HMI), для взаємодії користувача з процесом керування операції завантаження доменної печі або у зберігаючій пам'яті програмувального логічного контролера (PLC) автоматизованої системи керування технологічним процесом.

Далі, на фіг. 3 зображений графік першої структури 22 даних за назвою «Дані інтерфейсу (інтерфейс «людина-машина»)», що містить елементи даних, які відносяться до керування процесом завантаження. Структура 22 даних використовується в інтерфейсі «людина-машина» і втримує групу установок і параметрів, обумовлених користувачем, тобто, «набір параметрів» для керування процесом завантаження. Він може мати будь-який придатний формат для змісту даних («...» у колонку «BLT»), придатний для керування завантажувальною установкою, наприклад для вибору бажаної моделі завантаження, і («...» у колонку «Stockhouse») для керування автоматизованим підбункерним приміщенням, наприклад для подачі бажаної маси, складу матеріалу й розташування партій. Для кожної партії надається відповідний запис даних, як зображено за допомогою рядів у табличному поданні структури 22 даних на фіг. 3 (дивися ідентифікатор «batch#1»...«batch#4»). З метою керування підбункерним приміщенням кожний запис даних партії містить у собі щонайменше дані, що відображають склад матеріалу партії, з яким взаємопов'язаний запис даних. З метою даного, вираження «запис» відноситься до будь-

якої кількості стосовних елементів інформації, оброблюваних у вигляді блоку, незалежно від будь-якої особливої структури даних (тобто, не обов'язково мається на увазі використання бази даних).

Як зображено на фіг. 3, індивідуальна характеристика клапана «specific VC1», «specific VC2», «specific VC3», «specific VC4» зберігається для кожної партії, так що відповідна індивідуальна характеристика клапана спеціально призначена, тобто однозначно пов'язана, з кожною партією. Подібно попередньо заданим характеристикам 20, кожна індивідуальна характеристика клапана також означає відношення між швидкістю потоку й установкою клапана. Більше конкретно, кожна індивідуальна характеристика «specific VC1» ... «specific VC4» виражає співвідношення між середнім значенням швидкості потоку й керуючим входом, який використовується як установка для керування клапаном-регулятором 10 потоку. Дійсно, внаслідок зношування заслінки 16 клапана, фактичний отвір клапана може змінюватися для тієї ж установки α клапана під час терміну служби клапана-регулятора 10 потоку.

Ясно, що замість того, щоб відноситися до деякого типу матеріалу, кожна з характеристик клапана «specific VC1» ... «specific VC4» є індивідуальною для однієї партії, тобто вона виражає вищевказане співвідношення для однієї окремої партії, з якою вона взаємопов'язана. Ця взаємно однозначна відповідність може бути здійснена простим способом за допомогою збереження індивідуальної характеристики клапана у вигляді елемента даних відповідного запису даних «batch#1» ... «batch#4», що існує для взаємопов'язаної партії у представленому на фіг. 3 варіанті здійснення. Інші придатні способи збереження індивідуальних характеристик клапана (наприклад, в окремій структурі даних), зрозуміло, попадають під обсяг винаходу. Як далі зображено стрілками 23 на фіг. 3, якщо партія створена (наприклад, за допомогою користувальницького введення), ініціалізується кожна індивідуальна характеристика клапана «specific VC1» ... «specific VC4» для відображення однієї з попередньо заданих характеристик клапана («O»/«C»), яка, переважно, вибрана відповідно до переважного типу матеріалу, що міститься у розглянутій партії. Остання інформація може бути отримана з керуючих даних підбункерного приміщення запису даних «batch#1» ... «batch#4», що, як зазначено, містить у собі щонайменше дані, які відображають склад матеріалу. Якщо використовуються сумісні формати (дивися нижче), індивідуальна характеристика клапана «specific VC1» ... «specific VC4» може просто ініціалізуватися у вигляді копій придатної попередньо заданої характеристики 20 клапана. Слід зазначити, що ініціалізація, як показано стрілками 23, потрібна тільки один раз, а саме, до того, як «набір параметрів», відображений вмістом структури 22 даних, буде введений в експлуатацію у перший раз, тобто коли недоступні ніякі більше ранні індивідуальні характеристики клапана (дивися нижче).

Як далі видно на фіг. 3, тимчасову другу структуру 24 даних за назвою «Дані керування технологічно процесом» одержують з першої структури 22 даних на етапі, показаному стрілкою 25. Залежно від особливостей побудови інтерфейсу «людина-машина» і використовуваної автоматизованої системи керування технологічним процесом, друга структура 22 даних може бути ініціалізована в якості ідентичної або схожої копії першої структури 22 даних і зберігається у пам'яті даних, звичайно у пам'яті, що не незберігає, програмувального обчислювального пристрою, наприклад комп'ютерної системи типу PC, що здійснює інтерфейс «людина-машина», локального сервера або програмувального логічного контролера автоматизованої системи керування технологічним процесом. Вміст структури 24 даних використовують в якості «робочої копії» з метою фактичного керування технологічним процесом. Подібно першій структурі 22 даних, друга структура 24 даних містить у собі декілька записів даних «batch#1» ... «batch#4», кожний визначає властивості партії, що завантажується у піч, і параметри завантаження печі через колошник (колонка «BLT»), включаючи спеціально призначену характеристику клапана «specific VC1» ... «specific VC4» для кожної окремої партії (зображено за допомогою сірого затіненого ряду у табличному поданні фіг. 3).

На фіг. 3 схематично показана автоматизована система 26 керування технологічним процесом відомої архітектури, наприклад мережа з програмувальних логічних контролерів, з'єднана з придатним сервером. Відомим способом, автоматизована система 26 керування технологічним процесом взаємодіє з автоматичними компонентами підбункерного приміщення (наприклад, ваговими бункерами, ваговими бункерами-дозаторами, екстракторами, конвеєрами тощо) і установкою завантаження через колошник (наприклад, блок приводу обертового й поворотного розподільного лотка, газоуцільнювальні клапани бункера, вагове встаткування тощо), як показано стрілками 27. Як зображено на фіг. 3, автоматизована система 26 керування технологічним процесом керує клапаном-регулятором 10 потоку, звичайно за допомогою взаємозалежного контролера 28 клапана. Таким чином, як схематично показано стрілкою 29, автоматизована система 26 керування технологічним процесом забезпечує керуючий вхід, який

використовується як установка для керування клапаном-регулятором 10 потоку за допомогою контролера 28.

На етапі, зображеному стрілкою 31, релевантні дані, необхідні для керування технологічним процесом, одержують зі запису даних, наприклад «batch#1» тимчасової структури 24 даних, як зображено на фіг. 3, і відправляються на автоматизовану систему 26 керування технологічним процесом. З цією метою, друга структура 24 даних може зберігатися у пам'яті, зовнішній стосовно автоматизованої системи 26 керування технологічним процесом, або внутрішній пам'яті стосовно останнього, наприклад всередині програмувального логічного контролера самої автоматизованої системи 26 керування технологічним процесом.

Що стосується одержання й корекції індивідуальних характеристик клапана, обумовлених партією для даної партії, наприклад у відповідність зі записом даних «batch#1», як зображено на фіг. 3, виконуються наступні етапи обробки даних:

а) визначення заданого значення (до вивантаження),

б) одержання необхідної установки клапана, що відповідає заданому значенню швидкості потоку з відповідної індивідуальної характеристики клапана (до вивантаження),

в) визначення фактичної швидкості потоку, при якій дана партія була вивантажена (після вивантаження),

г) корекція збереженої індивідуальної характеристики клапана, взаємозалежної з даною партією, якщо необхідно, тобто у випадку обумовленого відхилення між заданим значенням швидкості потоку й певною фактичною швидкістю потоку (після вивантаження).

Вищезгаданий етап г) переважно здійснюється за допомогою програмного модуля 32, виконаного на комп'ютерній системі, що забезпечує інтерфейс «людина-машина». Переважно, вищезгадані етапи а)-в) здійснюються на існуючій автоматизованій системі 26 керування технологічним процесом, як зображено на фіг. 3. Інші здійснення етапів а)-г) - або на автоматизованій системі 26 керування технологічним процесом, або на комп'ютерній системі з інтерфейсом «людина-машина» або розподіляються на обох системах, також попадають під обсяг даного винаходу.

У режимі корекції характеристики клапана модуль 32 функціонує, насамперед, на індивідуальній характеристиці клапана даної партії, що підлягає вивантаженню. З цією метою, індивідуальні характеристики клапана «specific VC1» ... «specific VC4» можуть мати будь-який придатний формат, виходячи зі структури даних. Вони можуть зберігатися у формі впорядкованої безлічі, наприклад типу масиву пар значень швидкості потоку й заданих значень

клапана $(\dot{V}_i; \alpha_i)$, які являють собою дискретизацію, що наближається до справжньої графічної характеристики. Навіть у більшій простій формі, замість збереження обох значень пари, може бути досить зберігати єдину послідовність (упорядкований список) заданих значень α_i клапана (права колонка табличного подання на фіг. 4) у вигляді дискретних точок або зразків, узятих на фіксованих інтервалах швидкості потоку $\delta \dot{V} = \dot{V}_{i+1} - \dot{V}_i$ або навпаки, тому що індекс і послідовності дозволяє визначати відповідну послідовність фіксованих інтервалів. У показових потребах, індивідуальні характеристики клапана далі розглядаються у формі індексованого

масиву пар $(\dot{V}_i; \alpha_i)$, як зображено на фіг. 4, на якому швидкість потоку виражена у фіксованих етапах $\delta \dot{V} = \dot{V}_{i+1} - \dot{V}_i$, наприклад, $0,05 \text{ м}^3/\text{сек}$, у той час, як інші придатні форми оцифровування характеристики вважаються такими, що перебувають в обсязі захисту винаходу.

Кращими варіантами здійснення вищезгаданих етапів а)-г) є наступні:

а) визначення заданого значення швидкості потоку

До вивантаження даної партії задане значення \dot{V}_S швидкості потоку звичайно обчислюють розподілом чистої ваги партії на заданий час вивантаження всієї партії, результат множать на середню щільність цієї партії (для об'ємних швидкостей потоку). Чисту вагу звичайно визначають за допомогою придатного вагового встаткування бункера, наприклад, як розкрито у патентах США № 4,071,166 і 4,074,816. Автоматизована система 26 керування технологічним процесом, з якою з'єднане вагове встаткування, вводить результати зважування або обчислене задане значення швидкості потоку у модуль 32, як показано стрілкою 33. Заданий час вивантаження відповідає часу, необхідному розподільному пристрою для завершення бажаної моделі завантаження. Цей час попередньо задають за допомогою обчислення, наприклад, у функціональній залежності від довжини бажаної моделі завантаження й швидкості переміщення лотка. Заданий час вивантаження й середня щільність включені у вигляді даних у відповідному записі даних, наприклад «batch#1» тимчасової структури 24 даних, і вводяться в

автоматизовану систему 26 керування технологічним процесом у відповідності зі стрілкою 31 або у модуль 32 у відповідності зі стрілкою 35 залежно від того, де здійснюється етап а).

б) одержання необхідної установки клапана з індивідуальної характеристики клапана

Для вивантаження даної партії індивідуальна характеристика клапана, наприклад «specific VC1» для «batch#1» на фіг. 3, як збережено на даний момент, вводиться у модуль 32 відповідно до стрілки 35. Визначивши задане значення швидкості потоку (дивися розділ а) вище),

необхідну установку α клапана, яка відповідає заданому значенню \dot{V}_S швидкості потоку, одержують з індивідуальної характеристики клапана даної партії за допомогою лінійної інтерполяції, як щонайкраще показано на фіг. 4-5.

Більше конкретно, суміжні значення \dot{V}_i, \dot{V}_{i+1} в індивідуальній характеристиці клапана, між якими міститься задане значення \dot{V}_S швидкості потоку, визначають відповідно до нерівності:

$$\dot{V}_i \leq \dot{V} < \dot{V}_{i+1} \quad (1)$$

і використовують у сполученні з їх взаємозалежними заданими значеннями α_i, α_{i+1} клапана для інтерполяції необхідного заданого значення α клапана відповідно до рівняння:

$$\alpha = \alpha_i + \left(\dot{V}_S - \dot{V}_i \right) \cdot \frac{\alpha_{i+1} - \alpha_i}{\dot{V}_{i+1} - \dot{V}_i} \quad (2)$$

де i - визначено так, що $\alpha_i \leq \alpha < \alpha_{i+1}$

Наприклад, зі значеннями, як показано на фіг. 3 (для попередньо заданої характеристики «С» клапана), і округленням результату до точності $0,1^\circ$, необхідний кут розкриття як установка клапана для заданого значення швидкості потоку $0,29 \text{ м}^3/\text{сек}$ за рівнянням (2) є $\alpha = 29,5^\circ$.

Перед початком вивантаження даної партії модуль 32 виводить необхідну установку α клапана, визначену з рівняння (2), в автоматизовану систему 26 керування технологічним процесом, як позначено стрілкою 37. У свою чергу, автоматизована система 32 керування технологічним процесом виводить необхідну установку α клапана у формі придатного сигналу у вигляді керуючого входу (контрольне задане значення клапана) у контролер 28 для керування клапаном 10 керування (дивися стрілку 29).

в) одержання фактичної середньої швидкості потоку

Після того, як партія вивантажена, стає відомим фактичний час, необхідний для вивантаження (наприклад, за допомогою вагового встаткування або інших придатних датчиків, таких як вібраційні трансмітери) так що, подібно визначенню заданого значення швидкості потоку, може бути визначена фактична середня швидкість потоку, при якій була вивантажена дана партія згідно:

$$\dot{V}_{\text{real}} = \frac{W \cdot \rho_{\text{avg}}}{t_{\text{real}}} \quad (3)$$

де \dot{V}_{real} - фактична середня швидкість потоку, W - сукупна чиста вага партії, наприклад, як отримано від вагового встаткування, з'єднаного з автоматизованою системою 26 керування технологічним процесом, ρ_{avg} - середня щільність партії (наприклад, отримана зі запису даних відповідно до стрілки 35) і t_{real} - час, який фактично займає вивантаження даної партії. Результат

\dot{V}_{real} вводиться у модуль 32 відповідно до стрілки 33, якщо етап в) здійснюється на автоматизованій системі керування технологічним процесом.

г) коректування індивідуальної характеристики клапана, взаємозалежної з даною партією

Після того, як партія повністю вивантажена, фактичну швидкість \dot{V}_{real} потоку порівнюють зі заданим значенням \dot{V}_S швидкості потоку. У випадку обумовленого відхилення (неузгодженість) між ними, вважається необхідним коректування індивідуальної характеристики клапана для того, щоб поступово мінімізувати таке відхилення за наступними вивантаженнями ідентичних партій, наприклад відповідно до запису даних «batch#1». Інакше кажучи, така корекція приводить до поступового регулювання швидкості потоку до бажаного заданого значення. Така корекція є основною функцією модуля 32 і, переважно, здійснюється у такий спосіб:

Різницю між заданим значенням швидкості потоку й фактичною швидкістю потоку

обчислюють за формулою:

$$\Delta \dot{V} = \dot{V}_s - \dot{V}_{real} \quad (4)$$

Обумовлене відхилення вважається виникшим у випадку, якщо абсолютне значення отриманої різниці відповідно до формули (4) відповідає нерівності:

$$T_1 \cdot \dot{V}_s > |\Delta \dot{V}| > T_2 \cdot \dot{V}_s \quad (5)$$

де T_1 - максимальний коефіцієнт допуску, який використовується для установки максимального відхилення, за межами якого не здійснюється корекція, і T_2 - мінімальний коефіцієнт допуску, який використовується для установки мінімального відхилення, необхідного для здійснення корекції індивідуальної характеристики клапана. У випадку відхилення

$$|\Delta \dot{V}| > T_1 \cdot \dot{V}_s, \text{ переважно інтерфейсом «людина-машина», формується сигнал тривоги для позначення ненормальних умов. Придатними значеннями можуть бути, наприклад, } T_1 = 0,2 \text{ і } T_2 = 0,02.$$

Хоча корекція значень швидкості потоку й підтримка заданих значень клапана (як інтервали вибірки) теоретично можливі, вважають кращим здійснювати корекцію заданих значень клапана, поряд із підтримкою незмінених значень швидкості потоку. Крім того, для підтримки погодженої характеристики корекція, переважно, здійснюється шляхом регулювання всіх окремих заданих значень α_i клапана послідовності за допомогою застосування відповідного поправкового члена до кожного заданого значення α_i клапана. Переважно, відповідний поправковий член визначається за допомогою функціональної залежності, вибраної для

збільшення з фактичним відхиленням $\Delta \dot{V}$ і для зменшення з різницею, переважно з відстанню, виходячи з індексу послідовності, між заданим значенням клапана, що підлягає корекції, і заданим значенням клапана, що приблизно дорівнює або дорівнює необхідному заданому значенню клапана. Відповідно, величина поправкового члена буде варіюватися відповідно до

$\Delta \dot{V}$, у той час, як вона буде менше, ніж більше «віддалене» задане значення, яке підлягає корекції з необхідної установки α клапана, як визначено рівнянням (2). У кращому варіанті здійснення цей поправковий член визначається у такий спосіб:

Для необхідної установки α клапана, скоректоване задане значення клапана, яке потрібне для досягнення необхідної швидкості потоку, дорівнює:

$$\alpha' = \alpha + \Delta \alpha \quad (6)$$

де

$$\Delta \alpha = \Delta \dot{V} \cdot \frac{\alpha_{i+1} - \alpha_i}{\dot{V}_{i+1} - \dot{V}_i} \quad (7)$$

з використанням записів рівнянь (2) і (4).

Відповідно, відповідний поправковий член C_n для кожного заданого значення α_n клапана визначається у такий спосіб:

$$C_n = \begin{cases} \frac{\Delta \alpha_n}{K_1} \cdot \left(\frac{N-n}{N-i-1} \right), \alpha_n > \alpha, n > i \\ \frac{\Delta \alpha_n}{K_1} \cdot \left(\frac{n-1}{i-1} \right), \alpha_n \leq \alpha, n \leq i \end{cases} \quad (8)$$

де

$$\Delta \alpha_n = \Delta \dot{V} \cdot \frac{\alpha_{n+1} - \alpha_n}{\dot{V}_{n+1} - \dot{V}_n} \quad (9)$$

Відповідний поправковий член C_n , отриманий з рівняння (8), потім застосовують до кожної установки клапана даної індивідуальної характеристики клапана:

$$\alpha'_n = \alpha_n + C_n; \quad n=1 \dots N \quad (10)$$

де α'_n - це скоректоване задане значення клапана, α_n - це поточне розглянуте (не

скоректоване) задане значення клапана у послідовності, \dot{V}_n - це відповідна середня швидкість потоку відповідно до поточної (не скоректованої) характеристики, і означає індекс послідовності, так що $\alpha_i \leq \alpha < \alpha_{i+1}$, N - це загальна кількість значень в індивідуальній характеристиці клапана

(довжина послідовності), n - індекс послідовності (положення у послідовності відповідно до таблиці фіг. 4), і K_1 - постійний коефіцієнт підсилення, обумовлений користувачем, що дозволяє запобігти перерегулюванню (нестійкість) за допомогою обмеження поправкового члена C_n кращими значеннями $5 \geq K_1 \geq 2$.

5 Переважно, корекція обмежена згідно:

$$\alpha'_n = \begin{cases} \alpha_{\min}, & \alpha_n + C_n < \alpha_{\min} \\ \alpha_n + C_n, & \alpha_{\min} \leq \alpha_n + C_n \leq \alpha_{\max} \\ \alpha_{\max}, & \alpha_n + C_n > \alpha_{\max} \end{cases} \quad (11)$$

де α_{\min} і α_{\max} є мінімально й максимально допустимими установками клапана відповідно. Ясно, що інші придатні функціональні залежності можуть бути використані для обчислення поправкового члена C_n , значення якого збільшується зі збільшенням фактичного відхилення

10 ΔV й зменшується зі збільшенням різниці між установкою клапана, що підлягає корекції α_n і необхідною установкою α клапана.

Переважно, на наступному етапі модуль 32 забезпечує, що послідовність заданих значень клапана збільшується строго монотонно, наприклад за допомогою виконання програмної кодової послідовності у такий спосіб (псевдокодом):

15

```
FOR j-1 to N-1
    WHILE  $\alpha'_{j+1} \leq \alpha'$  THEN
         $\alpha'_{j+1} = \alpha'_j + 0.1^\circ$ 
    WEND
NEXT j
```

за допомогою чого задане значення клапана, яке менше або дорівнює заданому значенню клапана, що передувє у послідовності, збільшується доти, поки не буде досягнуте строго монотонне збільшення для того, щоб забезпечити позитивний нахил кривої характеристики.

20 Після завершення обчислень, модуль 32 коректує кожне зі заданих значень клапана індивідуальної характеристики клапан, замінюючи α_n на α'_n для $n=1 \dots N$. На фіг. 6 зображений можливий результат корекції, як установлено вище за допомогою кривої, позначеної суцільною лінією, що являє собою первісну, не скоректовану індивідуальну характеристику клапана, і кривої, позначеної переривчастою лінією, що являє собою скоректовану індивідуальну

25 характеристику клапана, засновану на парі значень швидкості потоку й заданих значень ($\dot{V}_i; \alpha_i$) клапана.

Приблизна запрограмована послідовність у псевдокодї для здійснення вищезгаданих корекційних обчислень виглядає у такий спосіб:

30 ПОСЛІДОВНІСТЬ

Characteristic flow curve correction

-ibefore discharging-i

„Find index below value in characteristic curve“

IF $\dot{V}_{sp} \neq \text{''''}$ („Flowrate setpoint $\neq \text{''''}$ ") THEN

$\alpha = \text{GetAlpha}(\dot{V}_{sp})$

MaterialGateSP = ?

```

LastFlow = Flowrate setpoint
Flowrate setpoint = ""
ELSE
    MaterialGateSP = ""
END IF

-iafter discharging-
IF BLT results transmitted= 1 THEN

     $\Delta \dot{V} = \dot{V}_{Last} - \dot{V}_{actualmeasured}$ 
    N = Number_of_rows_of_characteristic_curve

    „Do correction if error is beyond tolerance”

    IF  $\left| \Delta \dot{V} \right| > T_1 \cdot \dot{V}_{Last}$  AND  $\left| \Delta \dot{V} \right| \leq T_2 \cdot \dot{V}_{Last}$  THEN

        FOR n = 1 TO N
            IF n = 1 THEN
                Corrected curve values = 0
            ELSE
                IF n > i AND n ≠ 1 THEN


$$\Delta \alpha = \Delta \dot{V} \cdot \frac{(\alpha_n - \alpha_{n-1})}{(V_n - V_{n-1})}$$



$$Correctedcurve_n = \alpha_n + \frac{\Delta \alpha}{K_1} \cdot \frac{N-n}{N-i-1}$$


ELSE


$$\Delta \alpha = \Delta \dot{V} \cdot \frac{(\alpha_{curve,n} - \alpha_{curve,n-1})}{(V_{curve,n} - V_{curve,n-1})}$$



$$Correctedcurve_n = \alpha_{curve,n} + \frac{\Delta \alpha}{K_1} \cdot \frac{n-1}{i-1}$$


                END IF
            END IF
        NEXT n
        „to avoid negative inclination of the corrected characteristic curve“
        FOR n = 2 TO N
            WHILE Correctedcurven - Correctedcurven-1 < 0
                Correctedcurven = Correctedcurven + 0,1
            WEND
        END IF
    END IF

```

```

NEXT n

ELSEIF  $\left| A \dot{V} \right| > T_2 \cdot V_{Last}$  THEN

    RETURN MESSAGE „Flow rate difference too big → no correction”

ELSE

    RETURN MESSAGE „Flow rate difference too small → no correction”

END IF

BLT results transmitted = ""

ELSE

    Exit SEQUENCE

END IF

```

ФУНКЦІЇ

```

Function GetAlpha (  $\dot{V}$  )
i = 1
IF  $\dot{V} < 0$  THEN

    WHILE  $\dot{V}_i < \dot{V}$  “Flow rate with index i of the characteristic curve <Flow rate setpoint”

        i = i + 1

    WEND

    i = i - 1

    GetAlpha =  $\alpha_i + (\dot{V} - \dot{V}_i) \cdot \frac{(\alpha_{i+1} - \alpha_i)}{(\dot{V}_{i+1} - \dot{V}_i)}$ 

END IF
End Function

```

- 5 Після того як корекція виконана, модуль 32 повертає отриману скоректовану індивідуальну характеристику клапана, як показано стрілками 39 на фіг. 3. Цей вихід використовують у режимі корекції характеристики клапана для відновлення індивідуальної характеристики клапана, збереженої у даний момент для розглянутої партії, наприклад «specific VC 1» для партії #1. За допомогою повтору вищевказаної процедури для кожної партії циклу завантаження й при
- 10 кожному вивантаженні відповідно, відповідна швидкість потоку поступово (після кожного вивантаження) регулюється до бажаного заданого значення швидкості потоку. Крім того, за допомогою оновленої індивідуальної характеристики клапана у структурі 24 даних також оновлюється відповідна індивідуальна характеристика клапана, збережена у структурі 22 даних інтерфейсу «людина-машина», як позначено за допомогою ідентифікатора партії («batch#1») та
- 15 ідентифікатора набору параметрів («recipe no: X»), як позначено стрілкою 41 на фіг. 3. Таким чином, зменшуються або усуваються відхилення швидкості потоку при майбутніх застосуваннях того ж «набору параметрів» (не відбувається наступної ініціалізації відповідно до стрілок 23, як тільки було виконане оновлення відповідно до стрілки 41 для даного набору параметрів).
- 20 Хоча режим корекції характеристики клапана, як описано вище, відноситься до єдиної індивідуальної характеристики клапана на партію, ясно, що у випадку установки з декількома бункерами, зберігається для кожної партії відповідно й коректується спеціально призначена індивідуальна характеристика клапана для кожного клапана-регулятора потоку, якщо

використовується відповідний клапан-регулятор потоку. Еквівалентно, ідентичні партії матеріалу, тобто партії, що мають ідентичну бажану вагу, склад матеріалу й розташування, як отримано з автоматизованого підбункерного приміщення, вважаються різними партіями щораз, коли вони зберігаються у різних бункерах установки, що складається з декількох бункерів.

Відповідно до кращого варіанта здійснення режим корекції характеристики клапана, описаний вище, спочатку здійснюється під час декількох циклів завантаження для забезпечення надійних індивідуальних характеристик клапана. Після цього ці характеристики використовуються у регулюванні швидкості потоку відповідно до наступного другого робочого режиму, що буде докладно описаний нижче. Інші підходи до одержання характеристик клапана для застосування у другому робочому режимі, наприклад використання попередньо заданих характеристик клапана без корекції, також попадають під обсяг винаходу.

Режим вивантаження при регульованій діафрагмі (VAD)

У цьому розділі, з посиланням на фіг. 7-8, описується кращий режим регулювання швидкості потоку відповідно до винаходу, далі іменований VAD-режимом.

Як зображено за допомогою табличного подання структури 42 даних на фіг. 8, (дивися ідентифікатор «VAD set 1» ... «VAD set 4») відповідний набір даних зберігається для кожної партії, що виникає у циклі завантаження. Кожний набір «VAD set 1» ... «VAD set 4» містить декілька установок клапана, при цьому кожна установка клапана взаємозалежна з іншим етапом у процесі вивантаження відповідної партії.

Ясно, що процес вивантаження будь-якої даної партії можна розділити на різні послідовні етапи, при цьому кожний відповідає іншому робочому стану розподільного пристрою, що керує розподілом шихтового матеріалу під час вивантаження відповідно до бажаної моделі розподілу. Насамперед, і найбільше переважно, кожний етап відповідає іншому положенню повороту, тобто нахилу розподільного лотка завантажувального пристрою. Альтернативно, процес вивантаження можна розділити на послідовні етапи, які відповідають повному оберту розподільного лотка або будь-якому іншому параметру, що відноситься до бажаної моделі вивантаження. Різні етапи, для яких набір, наприклад, «VAD set 1» містить у собі взаємозалежну установку клапана, можуть бути визначені за допомогою параметрів завантаження через колошник (колонка «BLT»), передбачених у структурі 24 даних для відповідної партії.

Отже, набір «VAD set 1» ... «VAD set 4» являє собою тимчасову послідовність установок регульованого клапана, які використовуються підряд під час вивантаження даної партії для функціонування клапана-регулятора 10 потоку у синхронізації з робочими станами розподільного пристрою. Навіть якщо й зображено за допомогою окремої структури 42 даних, набори «VAD set 1» ... «VAD set 4» можуть зберігатися у будь-якій придатній формі, окремо або як частина іншої структури даних, наприклад структури 24 даних у пам'яті для зберігання даних, наприклад, у пам'яті, що не зберігає, комп'ютерної системи типу PC, яка здійснює інтерфейс «людина-машина» програмувального логічного контролера автоматизованої системи керування технологічним процесом.

У випадку застосування клапана-регулятора 10 потоку зображеного на фіг. 1 типу, установки клапана звичайно являють собою значення α кута, як використовується у показових потребах далі. Набори декількох установок клапана можуть зберігатися у будь-якому придатному форматі, наприклад у вигляді масиву даних фіксованої довжини, довжина масиву відповідає кількості можливих дискретних положень лотка, з елементами масиву, обумовленими тільки для тих положень лотка, які використовуються при вивантаженні відповідної партії. Використовувані положення лотка можуть бути визначені, наприклад, за допомогою структури 24 даних.

Для вивантаження даної партії у VAD-режимі система 26 керування використовує відповідний набір установок клапана «VAD set 1» ... «VAD set 4» для керування клапаном-регулятором 10 потоку, як зображено стрілками 29 на фіг. 8. Більше конкретно, система 26 керування керує клапаном-регулятором 10 потоку при постійному отворі клапана (тобто діафрагмі клапана) під час кожного іншого етапу вивантаження відповідно до взаємозалежної установки клапана. Однак, на відміну від режиму корекції первісної характеристики клапана, під час вивантаження партії отвір клапана може змінюватися від етапу до етапу, наприклад від одного положення повороту лотка до іншого положення повороту лотка відповідно до установок взаємозалежного клапана. Тому установка клапана може змінюватися кожного разу при зміні робочого стану розподільного пристрою, наприклад положення повороту розподільного лотка. З іншого боку, на відміну від підходу, запропонованого в EP 0 204 935, під час вивантаження не здійснюється «онлайнного» керування зі зворотним зв'язком установки клапана.

У дійсності, у VAD-режимі система 26 керування визначає фактичну середню швидкість

поток, при якій шихтовий матеріал вивантажується під час кожного етапу відповідно, наприклад, за допомогою вагового встаткування бункера, з'єднаного з системою 26 керування для наступної оффлайнової корекції взаємозалежних установок клапана, як буде показано нижче.

5 Обробка даних у VAD-режимі містить у собі наступні основні аспекти:

i) ініціалізація/оновлення установок клапана з набору, збереженого для даної партії у функціональній залежності від необхідного заданого значення швидкості потоку,

10 ii) корекція установок клапана з набору, збереженого для даної партії у режимі оффлайн, головним чином у функціональній залежності від фактичної середньої швидкості потоку, визначеної для кожного взаємозалежного етапу.

Відповідно до зображеного на фіг. 8 варіанту здійснення модуль 32 сконфігурований для здійснення вищезгаданих етапів. Інші здійснення рівною мірою перебувають у рамках обсягу винаходу. У кращому варіанті здійснення для виконання наступних етапів i) та ii) модуль 32 використовує індивідуальні характеристики клапана «specific VC1 ... «specific VC4» структури 24 даних, як отримано з операції у режимі корекції характеристики.

Звичайно, етап i) здійснюється до вивантаження даної партії й при необхідності тільки у початковій стадії або у випадку зміни заданого значення швидкості потоку. Етап ii) звичайно здійснюється після вивантаження даної партії. Кращі здійснення вищезгаданих етапів i)-ii) виглядають у такий спосіб:

20 i) ініціалізація/оновлення установок клапана

У VAD-режимі до вивантаження даної партії циклу завантаження наступні дані поставляються, наприклад, на модуль 32:

25 - попереднє задане значення V_{LAST} швидкості потоку використовується для попереднього вивантаження (якщо таке є) даної партії, наприклад надане відповідно до стрілки 41 з системи 26 керування,

- необхідне задане значення V_{SP} швидкості потоку, яке підлягає використанню для вивантаження даної партії, наприклад розраховане, як показано вище для етапу а), і надане відповідно до стрілки 41,

30 - індивідуальна характеристика клапана, наприклад «specific VC 1» даної партії, як збережено у структурі 24 даних, надана, як показано стрілкою 43,

- набір установок клапана, наприклад «VAD set 1», збережений для даної партії, як показано стрілкою 45.

До першого вивантаження даної партії у VAD-режимі, ініціалізується її відповідний набір установок клапана (наприклад, «VAD set 1»). З цією метою установка клапана визначена для кожного етапу у вивантаженні, наприклад для кожного використовуваного положення повороту, як отримано зі структури 24 даних. Всі ці установки клапана потім ініціалізуються в установку

клапана, що відповідає необхідному заданому значенню V_{SP} швидкості потоку відповідно до характеристики клапана (наприклад, «specific VC 1»), індивідуальної для даної партії, переважно отриманої відповідно до описаного вище режиму корекції характеристики клапана.

40 При наступних вивантаженнях у VAD-режимі будь-яка значна зміна необхідного у даний

момент заданого значення V_{SP} швидкості потоку щодо попереднього заданого значення V_{LAST} швидкості потоку, переважно, запускає оновлення кожної з установок клапана з набору, збереженого для даної партії. З цією метою абсолютна різниця між попереднім заданим значенням швидкості потоку й заданим значенням для наступного вивантаження розраховується й порівнюється з попередньо заданим допустимим відхиленням згідно:

$$|\dot{V}_{LAST} - \dot{V}_{SP}| > T_3 \quad (12)$$

де T_3 - це звичайно допустиме відхилення, обумовлене користувачем, яке попередньо задається, наприклад, з використанням інтерфейсу «людина-машина».

50 Якщо нерівність (12) є задовільною, оновлене значення для кожної установки клапана з набору, збереженого для даної партії, розраховують у такий спосіб:

$$\alpha_t = \alpha_{0,t} + \Delta\alpha_t \quad (13)$$

$$\Delta V = V_{LAST} - V_{SP}$$

де

α_t оновлена установка клапана (наприклад, кут відкриття клапана-регулятора 10 потоку) для

етапу t , наприклад, для положення t лотка,
 $\alpha_{0,t}$ попередня установка клапана для етапу t ,
 $\Delta\alpha_t$ поправковий член для етапу t ,

V_{LAST} попереднє задане значення швидкості потоку,

5 V_{SP} необхідне задане значення швидкості потоку (для наступного вивантаження),

ΔV відхилення швидкості потоку між необхідним заданим значенням швидкості потоку й попереднім заданим значенням швидкості потоку.

Значення поправкового члена $\Delta\alpha_t$ визначається як відповідне відхиленню ΔV швидкості потоку на підставі індивідуальної характеристики клапана, яка взаємозалежна з даною партією, що підлягає вивантаженню. Як зображено на фіг. 8, оновлення, переважно, здійснюється у
 10 такий спосіб.

Характеристика клапана використовується для визначення першої швидкості $V_{1,t}$, яка відповідає попередньому збереженому заданому значенню $\alpha_{0,t}$ швидкості потоку, за допомогою лінійної інтерполяції згідно:

$$15 \quad V_{1,t} = V_t + (\alpha_{0,t} - \alpha_i) \cdot \frac{(\dot{V}_{i+1} - \dot{V}_i)}{(\alpha_{i+1} - \alpha_i)} \quad (14)$$

де i означає індекс послідовності характеристики клапана, так що $\alpha_i \leq \alpha_{0,t} < \alpha_{i+1}$, як зображено на фіг. 8.

Друга швидкість $V_{2,t}$ потоку визначається як сума першої швидкості $V_{1,t}$ потоку й відхилення ΔV заданого значення згідно:

$$20 \quad V_{2,t} = V_{1,t} + \Delta V \quad (15)$$

де відхилення ΔV заданого значення може бути позитивним або негативним. На фіг. 8 даний приклад для $\Delta V > 0$.

Друга установка $\alpha_{2,t}$ клапана, яка відповідає другій швидкості $V_{2,t}$ визначається за допомогою лінійної інтерполяції згідно:

$$25 \quad \alpha_{2,t} = \alpha_j + (V_{2,t} - \dot{V}_j) \cdot \frac{(\alpha_{j+1} - \alpha_j)}{(\dot{V}_{j+1} - \dot{V}_j)} \quad (16)$$

де j означає індекс послідовності характеристики клапана, так що $\dot{V}_j \leq V_{2,t} < \dot{V}_{j+1}$, як зображено на фіг. 8.

Потім, з використанням другої установки $\alpha_{2,t}$ клапана визначають поправковий член $\Delta\alpha_t$ для обговорюваної установки клапана згідно:

$$30 \quad \Delta\alpha_t = \alpha_{2,t} - \alpha_{0,t} = \alpha_j + (V_{2,t} - \dot{V}_j) \cdot \frac{(\alpha_{j+1} - \alpha_j)}{(\dot{V}_{j+1} - \dot{V}_j)} - \alpha_{0,t} \quad (17)$$

Інакше кажучи, беручи до уваги рівняння (13) і (17), установка α_t клапана оновлюється й стає рівною другій установці $\alpha_{2,t}$ клапана. Ясно, що оновлення установки клапана у функціональній залежності від необхідного заданого значення швидкості потоку, переважно, здійснюється модифікуванням попереднього кута розкриття $\alpha_{0,t}$ для кожного етапу за

35 допомогою локального відхилення $\Delta\alpha_t$, яке відповідає відхиленню ΔV заданого значення швидкості потоку відповідно до індивідуальної характеристики клапана, дивися фіг. 8.

Переважно, оновлені установки клапана обмежені згідно:

$$\alpha_t = \begin{cases} \alpha_{\min}, & \alpha_{0;t} + \Delta\alpha_t < \alpha_{\min} \\ \alpha_{0;t} + \Delta\alpha_t, & \alpha_{\min} \leq \alpha_{0;t} + \Delta\alpha_t \leq \alpha_{\max} \\ \alpha_{\max}, & \alpha_{0;t} + \Delta\alpha_t > \alpha_{\max} \end{cases} \quad (18)$$

де α_{\min} і α_{\max} є мінімальні й максимальні допустимими значеннями клапана відповідно й далі переважно згідно:

$$\alpha_t = \begin{cases} \bar{\alpha} - \frac{S_1}{2}, & \alpha_{0;t} + \Delta\alpha_t < \bar{\alpha} - \frac{S_1}{2} \\ \alpha_{0;t} + \Delta\alpha_t, & \bar{\alpha} - \frac{S_1}{2} \leq \alpha_{0;t} + \Delta\alpha_t \leq \bar{\alpha} + \frac{S_1}{2} \\ \bar{\alpha} + \frac{S_1}{2}, & \alpha_{0;t} + \Delta\alpha_t > \bar{\alpha} + \frac{S_1}{2} \end{cases} \quad (19)$$

5 де $\bar{\alpha}$ - це середнє значення установки клапана серед всіх установок клапана набору й S_1 - попередньо задана, звичайно обумовлена користувачем межа ширини діапазону для забезпечення того, що кожна оновлена установка клапана перебуває у межах попередньо заданого діапазону біля середнього значення.

10 Ініціалізація й оновлення установок клапана для кожного етапу, як описано вище, є кращим, але допоміжним аспектом регулювання швидкості потоку відповідно до винаходу, тому що він може й не знадобитися у випадку, якщо незмінне задане значення швидкості потоку взаємозалежне з кожною партією циклу завантаження. Ключовий аспект регулювання швидкості потоку відповідно до винаходу відповідає вищезгаданому етапу ii) корекції установок клапана, що виконується наступним чином:

15 ii) корекція установок клапана

У VAD-режимі кожна установка з набору установок клапана, що зберігаються для даної партії, коректується у режимі «офлайн» відповідно. Корекція установки клапана, головним чином, залежить від фактичної середньої швидкості потоку, визначеної для взаємозалежного етапу. Кращий режим корекції здійснюють у такий спосіб:

20 Для корекції установок клапана після вивантаження передбачені наступні дані:

- задане значення V_{SP} швидкості потоку використовується для вивантаження даної партії, наприклад направляються у модуль 32 за допомогою автоматизованої системи 26 керування технологічним процесом відповідно до стрілки 41,

25 - фактичні середні значення швидкості $V_{Act;t}$ потоку, обумовлені для кожного етапу t у вивантаженні, насамперед для кожного положення нахилу лотка, наприклад, направляються у модуль 32 за допомогою автоматизованої системи 26 керування технологічним процесом,

- індивідуальна характеристика клапана, наприклад «specific VC 1» даної партії, зберігається у структурі 24 даних і поставляється у модуль 32, як показано стрілкою 43,

30 - набір установок клапана, наприклад «VAD set 1», що зберігається у даний момент для даної партії, як зображено стрілкою 45.

35 Фактична середня швидкість $V_{Act;t}$ потоку для кожного етапу t визначається після того, як дана партія була повністю вивантажена або після завершення даного етапу вивантаження. Ці фактичні середні значення швидкості потоку визначаються будь-яким придатним способом, наприклад аналогічно обчисленню швидкості потоку, описаному вище для етапу б), тобто за допомогою автоматизованої системи 26 керування технологічним процесом за допомогою приєднаного вагового встаткування.

За допомогою встановлених фактичних середніх значень швидкостей $V_{Act;t}$ потоку визначають відхилення швидкості потоку (похибку швидкості потоку) для кожного етапу t відповідно згідно:

40
$$\Delta V_t = V_{SP} - V_{Act;t} \quad (20)$$

Корекція для будь-якої даної установки клапана здійснюється у випадку, якщо абсолютне значення відхилення ΔV_t швидкості потоку для взаємозалежного етапу перевищує попередньо задане допустиме відхилення відповідно до нерівності:

$$|\Delta \dot{V}_t| > T_4 \quad (21)$$

де T_4 - це звичайно допустиме відхилення, обумовлене користувачем, яке попередньо задається, наприклад, за допомогою інтерфейсу «людина-машина».

Для того щоб регулювати швидкість потоку під час наступного вивантаження даної партії до необхідної швидкості потоку, кожна установка клапана, для якої діє нерівність, коректується у режимі «оффлайн» згідно:

$$\alpha'_t = \alpha_t + \frac{\Delta \alpha_t}{K_2} \quad (22)$$

де α'_t - скоректована установка клапана, α_t - збережена у цей час установка клапана, взаємозалежна з етапом t , і $\Delta \alpha_t$ - поправковий член, установлюваний для кожного етапу t відповідно, і K_2 - звичайно обумовлена користувачем, попередньо задана константа для запобігання перерегулювання, де K_2 , переважно, таке, що $K_2 \geq 2$.

Переважно, поправковий член $\Delta \alpha_t$ для кожного етапу t встановлюється з використанням лінійної інтерполяції на характеристиці клапана, індивідуальної для даної партії, схожим способом з поправковим членом, як описано вище. Однак, значення відхилення $\Delta \dot{V}_t$ швидкості потоку буде звичайно різним для кожного етапу t . З посиланням на фіг. 8 корекція, переважно, здійснюється у такий спосіб.

Характеристика клапана використовується для визначення першої швидкості $\dot{V}_{1,t}$ потоку, яка відповідає збереженому нескоректованому заданому значенню α_t швидкості потоку за допомогою лінійної інтерполяції згідно:

$$\dot{V}_{1,t} = \dot{V}_i + (\alpha_t - \alpha_i) \cdot \frac{\dot{V}_{i+1} - \dot{V}_i}{(\alpha_{i+1} - \alpha_i)} \quad (23)$$

де i означає індекс послідовності характеристики клапана, так що $\alpha_i \leq \alpha_t < \alpha_{i+1}$, як показано на фіг. 8.

Потім, визначається друга швидкість $\dot{V}_{2,t}$ як сума першої швидкості $\dot{V}_{1,t}$ потоку й відхилення $\Delta \dot{V}_t$ швидкості потоку для взаємозалежного етапу t згідно:

$$\dot{V}_{2,t} = \dot{V}_{1,t} + \Delta \dot{V}_t \quad (24)$$

де відхилення $\Delta \dot{V}$ заданого значення може бути позитивним або негативним.

Друга установка $\alpha_{2,t}$ клапана, яка відповідає цій другій швидкості $\dot{V}_{2,t}$, потім також визначається за допомогою лінійної інтерполяції згідно:

$$\alpha_{2,t} = \alpha_j + (\dot{V}_{2,t} - \dot{V}_j) \cdot \frac{(\alpha_{j+1} - \alpha_j)}{(\dot{V}_{j+1} - \dot{V}_j)} \quad (25)$$

де j означає індекс послідовності характеристики клапана, так що $\dot{V}_j \leq \dot{V}_{2,t} < \dot{V}_{j+1}$ й $\alpha_j \leq \alpha_{2,t} < \alpha_{j+1}$, як показано на фіг. 8.

Поправковий член $\Delta \alpha_t$ у режимі «оффлайн» для розглянутої установки клапана, тобто для етапу t , потім визначається з використанням другої установки $\alpha_{2,t}$ клапана формули (16) згідно:

$$\Delta \alpha_t = \alpha_{2,t} - \alpha_t = \alpha_j + (\dot{V}_{2,t} - \dot{V}_j) \cdot \frac{(\alpha_{j+1} - \alpha_j)}{(\dot{V}_{j+1} - \dot{V}_j)} - \alpha_t \quad (26)$$

Для кожного етапу t , на якому відбувається значне відхилення швидкості потоку, тобто для якого діє нерівність (21), взаємозалежна нескоректована установка α_t потім коректується за допомогою застосування відповідного поправкового члена $\Delta \alpha_t$ відповідно до рівняння (22).

Подібно рівнянням (18) і (19), корекція установок клапана є переважно такою, що кожна скоректована установка α' обмежена згідно:

$$\alpha'_t = \begin{cases} \alpha_{\min}, & \alpha_t + \frac{\Delta\alpha_t}{K_2} < \alpha_{\min} \\ \alpha_t + \frac{\Delta\alpha_t}{K_2}, & \alpha_{\min} \leq \alpha_t + \frac{\Delta\alpha_t}{K_2} \leq \alpha_{\max} \\ \alpha_{\max}, & \alpha_t + \frac{\Delta\alpha_t}{K_2} > \alpha_{\max} \end{cases} \quad (27)$$

5 де α_{\min} й α_{\max} - мінімально й максимально допустимі установки клапана відповідно, і далі переважно згідно:

$$\alpha'_t = \begin{cases} \bar{\alpha} - \frac{S_1}{2}, & \alpha_t + \frac{\Delta\alpha_t}{K_2} < \bar{\alpha} - \frac{S_1}{2} \\ \alpha_t + \frac{\Delta\alpha_t}{K_2}, & \bar{\alpha} - \frac{S_1}{2} \leq \alpha_t + \frac{\Delta\alpha_t}{K_2} \leq \bar{\alpha} + \frac{S_1}{2} \\ \bar{\alpha} + \frac{S_1}{2}, & \alpha_t + \frac{\Delta\alpha_t}{K_2} > \bar{\alpha} + \frac{S_1}{2} \end{cases} \quad (28)$$

Приблизна запрограмована послідовність у псевдокоді для здійснення, як описано вище у розділі ii), виглядає у такий спосіб:

10

```

IF BLT results transmitted = TRUE THEN
    FOR i = 1 TO number of tilting positions
        IF  $t_i \neq ""$  AND  $t_i < 0$  THEN „ $t_i$  time spent on chute position i”

         $\Delta \dot{V}_i = V_{SP} - \dot{V}_{t,actual}; \dot{V}_{t,actual}$  is the actual flow rate for chute position i

        IF  $|\Delta \dot{V}_i| > T_4$  THEN

             $\Delta\alpha_i = \text{FUNCTION ReturnDeltaAlpha}(\alpha_i, \Delta \dot{V}_i)$ 

             $\alpha'_i = \alpha_i + \frac{\Delta\alpha_i}{K_2}$ 

            ELSE

                 $\alpha'_i = \alpha_i$ 

            ENDIF

        END IF

    NEXT i

     $\bar{\alpha} = \text{ReturnAverageAngle}(\alpha_i, \text{number of tilting positions})$ 

    FOR i = 1 TO number of tilting positions
         $\bar{\alpha}_i = \text{MGAngleLimits}(\alpha_i, \bar{\alpha}, \text{ChutePositionUsed}, \alpha_{\max}, \alpha_{\min}, S_1)$ 
    NEXT i

     $V_{LAST} = V_{SP}$ 

    BLT results transmitted = FALSE

```

END IF

ФУНКЦІЇ

FUNCTION ReturnDeltaAlpha($\alpha, \Delta V$)

$i = 1$

WHILE $\alpha_{\text{Curve},i} < \alpha$

$i = i + 1$

WEND

$i = i - 1$

$$V_1 = V_{\text{Curve},i} + (\alpha - \alpha_{\text{Curve},i}) \cdot \frac{(V_{\text{Curve},i+1} - V_{\text{Curve},i})}{(\alpha_{\text{Curve},i+1} - \alpha_{\text{Curve},i})}$$

$$V_2 = V_1 + \Delta V$$

$i = 1$

WHILE $V_{\text{Curve},i} < V_2$

$i = i + 1$

WEND

$i = i - 1$

$$\text{ReturnDeltaAlpha} = \alpha_{\text{Curve},i} + (V_2 - V_{\text{Curve},i}) \cdot \frac{(\alpha_{\text{Curve},i+1} - \alpha_{\text{Curve},i})}{(V_{\text{Curve},i+1} - V_{\text{Curve},i})} - \alpha$$

END FUNCTION

FUNCTION MGAngleLimits($\alpha, \bar{\alpha}$, ChutePositionUsed, $\alpha_{\max}, \alpha_{\min}, S_1$)

IF ChutePositionUsed $\neq 0$ **THEN**

MGAngleLimits = α

IF $\alpha > \bar{\alpha} + \frac{S_1}{2}$ **THEN**

MGAngleLimits = $\bar{\alpha} + \frac{S_1}{2}$

END IF

IF $\alpha < \bar{\alpha} - \frac{S_1}{2}$ **THEN**

$$\text{MGAngleLimits} = \frac{\bar{\alpha} - S_1}{2}$$

```

END IF

IF  $\alpha > \alpha_{\max}$  THEN

    MGAngleLimits =  $\alpha_{\max}$ 

END IF

IF  $\alpha < \alpha_{\min}$  THEN

    MGAngleLimits =  $\alpha_{\min}$ 

END IF

END IF

END FUNCTION

```

```

FUNCTION ReturnAverageAngle(„TargetRange“, NumberOfTiltingPositions)
sum = 0
k = 0
FOR i = 1 To NimberOfTiltingPositions
    IF TargetRange(i) <> "" THEN
        sum = sum + TargetRange(i)
        k = k + 1

    END IF
NEXT i

IF k <> 0 THEN
    ReturnAverageAngle = sum / k
END IF
END FUNCTION

```

```

FUNCTION GetAlpha( $\dot{V}$ )
i = 1

IF  $\dot{V} <> 0$  THEN

    WHILE  $\dot{V}_i < \dot{V}$  „Flow rate with index i of the characteristic curve <Flow rate setpoint“

```

```

        i = i + 1

    WEND

    i = i - 1

    GetAlpha =  $\alpha_i + (\dot{V} - \dot{V}_i) \cdot \frac{(\alpha_{i+1} - \alpha_i)}{(\dot{V}_{i+1} - \dot{V}_i)}$ 

END IF
END FUNCTION

```

Подібним чином приблизна програмна послідовність у псевдокодi для здійснення оновлення, як описано вище у розділі i) виглядає у такий спосiб:

```

IF  $\dot{V}_{SP} \neq ""$  THEN („Flowrate setpoint  $\neq ""$ “)

     $\Delta \dot{V} = \dot{V}_{SP} - \dot{V}_{Last}$ 

    FOR i = 1 TO number of tilting positions
        IF  $t_1 < > ""$  AND  $t_1 < > 0$  THEN „t1 time spent on chute position 1”
            IF  $\alpha_{0;i} = ""$  OR  $\alpha_{0;i} = 0$  THEN

                 $\alpha_1 = \text{GetAlpha}(\dot{V}_{SP})$ 

            ELSE

                IF  $|\Delta \dot{V}| \geq T_3$  THEN

                     $\alpha_i = \alpha_{0;i} + \text{ReturnDeltaAlpha}(\alpha_{0;i}, \Delta \dot{V})$ 

                ELSE

                     $\alpha_i = \alpha_{0;i}$ 

                ENDIF
            END IF
        END IF
    ELSE
         $\alpha_i = ""$ 
    END IF
NEXT i

 $\bar{\alpha} = \text{ReturnAverageAngle}(\alpha(), \text{number of tilting positions})$ 

FOR i = 1 TO number of tilting positions
     $\alpha_i = \text{MGAngleLimits}(\alpha_i, \bar{\alpha}, \text{ChutePositionUsed}, \alpha_{max}, \alpha_{min}, S_1)$ 
NEXT i

 $\dot{V}_{Last} = \dot{V}_{SP}$ 

```

END IF

Хоча VAD-режим, як описано вище, відноситься до єдиного набору установок клапана на партію, ясно, що у випадку установки з декількома бункерами незалежний набір установок клапана для кожного клапана-регулятора потоку зберігається для кожної партії відповідно.

5 Підбиваючи підсумок вищесказаному, регулювання швидкості потоку відповідно до вищенаведеного VAD-режиму змінює отвір клапана під час вивантаження партії, не доводячи до необхідності онлайнного керування зі зворотним зв'язком. Після того, як партія вивантажена, фактичне середнє значення швидкості потоку на кожному етапі, наприклад при кожному положенні лотка, порівнюють зі спочатку запитаним заданим значенням швидкості потоку. Після 10 кожного вивантаження діафрагму клапана поступово регулюють для кожного етапу, якщо необхідно, щоб досягти бажаного заданого значення швидкості потоку для кожного етапу. Для кожного етапу під час вивантаження прохідний отвір заслінки для матеріалу є постійним, але може змінюватися від етапу до етапу, наприклад відповідно до інших положень лотка. Для того щоб забезпечити ідеальні результати корекції у VAD-режимі, переважно, здійснюють декілька 15 первісних вивантажень у режимі корекції характеристики клапана, як описано вище.

Список посилальних позначень:

10 - Клапан-регулятор потоку

12 - Верхній бункер

14 - Потік шихтового матеріалу

20 16 - Дросельна заслінка

18 - Елемент каналу

20 - Попередньо задані характеристики клапана

22 - Структура даних для інтерфейсу «людина-машина»

24 - Тимчасова структура даних для керування технологічним процесом

25 26 - Автоматизована система керування технологічним процесом

28 - Контролер клапана

32 - Програмний модуль

«batch#1»...«batch#4» - Ідентифікатор запису даних партії

«specific VC1»...«specific VC4» - Індивідуальна характеристика клапана

30 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 41 - Стрілки, що означають потік дані/сигнал (фіг. 3)

42 - Структура даних наборів VAD

27, 29, 41, 43, 45 - Стрілки, що означають потік сигнал/дані (фіг. 7)

35

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб регулювання швидкості потоку шихтового матеріалу у процесі завантаження шахтної печі, насамперед доменної печі, у якому:

40 - партії шихтового матеріалу вивантажують у піч із верхнього бункера з використанням клапана-регулятора потоку, взаємопов'язаного з верхнім бункером для керування швидкістю потоку шихтового матеріалу, що подають до розподільного пристрою для керування розподілом шихтового матеріалу всередині печі, насамперед розподільному пристрою, що містить виконаний з можливістю обертання та повороту розподільний лоток, при цьому кожна партія 45 являє собою кількість шихтового матеріалу, що проміжно зберігають у верхньому бункері для завантаження у піч, при цьому спосіб включає:

- збереження відповідного набору декількох положень клапана для кожної партії, при цьому кожне положення клапана набору взаємопов'язане з іншим етапом під час вивантаження 50 відповідної партії з відповідного верхнього бункера так, що кожний інший етап відповідає іншому робочому стану розподільного пристрою під час вивантаження відповідної партії, насамперед іншому положенню повороту розподільного лотка, для вивантаження даної партії:

на кожному етапі у вивантаженні даної партії:

55 - експлуатація клапана-регулятора потоку при постійному відкритому клапані на основі положення клапана, взаємопов'язаного з даним етапом,

- визначення фактичної середньої швидкості потоку, при якій шихтовий матеріал вивантажується під час даного етапу, і

- корекція кожного з декількох положень клапана набору, збереженого для даної партії у режимі "офлайн", у функціональній залежності від фактичної середньої швидкості потоку, визначеної для взаємопов'язаного етапу.

2. Спосіб за п. 1, у якому корекція кожного з декількох положень клапана набору, збереженого для даної партії у режимі "офлайн", відбувається у функціональній залежності від фактичної середньої швидкості потоку, що визначають для взаємопов'язаного етапу, і необхідного заданого значення швидкості потоку.

3. Спосіб за п. 2, у якому також передбачено наступні дії перед вивантаженням даної партії:

- одержання необхідного заданого значення швидкості потоку для даної партії,

10 - відновлення кожного з декількох положень клапана набору, збереженого для даної партії, у функціональній залежності від необхідного заданого значення швидкості потоку.

4. Спосіб за п. 2 або 3, що також містить забезпечення індивідуальної характеристики клапана для кожної партії шихтового матеріалу, при цьому кожна індивідуальна характеристика клапана взаємопов'язана з однією партією та означає співвідношення між швидкістю потоку і положенням клапана-регулятора потоку для взаємопов'язаної партії,

15 при цьому корекція збереженого положення клапана набору, збереженого для даної партії у режимі "офлайн", у функціональній залежності від фактичної середньої швидкості потоку, визначеної для взаємопов'язаного етапу, і від необхідного заданого значення швидкості потоку, містить:

20 - визначення відхилення швидкості потоку між необхідним заданим значенням швидкості потоку та фактичною середньою швидкістю потоку, визначеною для взаємопов'язаної партії, і, у випадку, якщо відхилення швидкості потоку перевищує попередньо задане допустиме відхилення:

25 - визначення першої швидкості потоку, що відповідає збереженому положенню клапана, з використанням індивідуальної характеристики клапана, взаємопов'язаної з даною партією,

- визначення другої швидкості потоку як суми першої швидкості потоку та відхилення швидкості потоку,

- визначення другого положення клапана, що відповідає другій швидкості потоку, з використанням індивідуальної характеристики клапана, взаємопов'язаної з даною партією,

30 - визначення поправкового члена як функціональної залежності від різниці між другим положенням клапана та збереженим положенням клапана,

- застосування поправкового члена до збереженого положення клапана для одержання скоректованого положення клапана.

5. Спосіб за п. 4, у якому відновлення збереженого положення клапана набору, збереженого для даної партії, у функціональній залежності від необхідного заданого значення швидкості потоку, включає:

- одержання попереднього заданого значення швидкості потоку, використаного для попереднього вивантаження даної партії,

40 - визначення відхилення швидкості потоку між необхідним заданим значенням швидкості потоку та попереднім заданим значенням швидкості потоку,

і, у випадку, якщо відхилення швидкості потоку перевищує попередньо задане допустиме відхилення:

- визначення першої швидкості потоку, що відповідає збереженому положенню клапана, з використанням індивідуальної характеристики клапана, взаємопов'язаної з даною партією,

45 - визначення другої швидкості потоку як суми першої швидкості потоку та відхилення швидкості потоку,

- визначення другого положення клапана, що відповідає другій швидкості потоку, з використанням індивідуальної характеристики клапана, взаємопов'язаної з даною партією,

- використання другого положення клапана для відновлення збереженого положення клапана.

50 6. Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, у якому корекція кожного з вказаних декількох положень клапана набору, збереженого для даної партії, також містить:

- визначення середнього значення положення клапана серед декількох положень клапана набору,

55 - забезпечення того, що кожне скоректоване положення клапана набору перебуває у межах попередньо заданого діапазону біля середнього значення положення клапана.

7. Система для регулювання швидкості потоку шихтового матеріалу у завантажувальній установці для шахтної печі, насамперед для доменної печі, при цьому установка містить розподільний пристрій для керування розподілом шихтового матеріалу всередині печі, насамперед розподільний пристрій, що містить виконаний з можливістю обертання й повороту розподільний лоток, верхній бункер для проміжного зберігання партій шихтового матеріалу, що

60

підлягають вивантаженню у піч, і клапан-регулятор потоку, взаємозалежне з бункером для керування швидкістю потоку шихтового матеріалу до розподільного пристрою, при цьому кожна партія являє собою кількість шихтового матеріалу, що проміжно зберігається у верхньому бункері для завантаження у піч,

5 при цьому система містить:

- пам'ять для зберігання даних, що зберігає відповідний набір декількох положень клапана для кожної партії, при цьому кожне положення клапана набору взаємопов'язане з іншим етапом під час вивантаження відповідної партії з відповідного верхнього бункера так, що кожний інший етап відповідає іншому робочому стану розподільного пристрою під час вивантаження

10 відповідної партії, насамперед іншому положенню повороту розподільного лотка,
- програмувальний обчислювальний пристрій, запрограмований для виконання наступних дій для вивантаження даної партії:

на кожному етапі вивантаження даної партії:

15 - експлуатації клапана-регулятора потоку при постійному відкритті клапана на основі положення клапана, взаємопов'язаного з даним етапом,

- визначення фактичної середньої швидкості потоку, при якій шихтовий матеріал вивантажується під час даного етапу, і

20 - корекції кожної з вказаних декількох положень клапана набору, збереженого для даної партії у режимі "офлайн", у функціональній залежності від фактичної середньої швидкості потоку, встановленої для взаємопов'язаного етапу.

8. Система за п. 7, в якій програмувальний обчислювальний пристрій запрограмований для корекції кожного з вказаних декількох положень клапана набору, збереженого для даної партії у режимі "офлайн", у функціональній залежності від фактичної середньої швидкості потоку, визначеної для взаємопов'язаного етапу, і необхідного заданого значення швидкості потоку.

25 9. Система за п. 8, в якій програмувальний обчислювальний пристрій запрограмований для виконання наступних дій перед вивантаженням даної партії:

- одержання необхідного заданого значення швидкості потоку для даної партії,

- відновлення кожного з вказаних декількох положень клапана набору, збереженого для даної партії, у функціональній залежності від необхідного заданого значення швидкості потоку.

30 10. Система за п. 8 або п. 9, що також містить:

- пам'ять для зберігання даних, що зберігає індивідуальну характеристику клапана для кожної партії шихтового матеріалу, при цьому кожна індивідуальна характеристика клапана взаємопов'язана з однією партією і означає співвідношення між швидкістю потоку і положенням клапана вказаного клапана-регулятора потоку для взаємопов'язаної партії,

35 і при цьому програмувальний обчислювальний пристрій запрограмований так, що корекція збереженого положення клапана набору, збереженого для даної партії у режимі "офлайн", у функціональній залежності від фактичної середньої швидкості потоку, визначеної для взаємопов'язаного етапу, і від необхідного заданого значення швидкості потоку, виконану з можливістю:

40 - визначення відхилення швидкості потоку між необхідним заданим значенням швидкості потоку та фактичною середньою швидкістю потоку, визначеною для взаємопов'язаної з партії,
і, у випадку, якщо відхилення від швидкості потоку перевищує попередньо задане допустиме відхилення:

45 - визначення першої швидкості потоку, що відповідає збереженому положенню клапана, з використанням індивідуальної характеристики клапана, взаємопов'язаної з даною партією,

- визначення другої швидкості потоку як суми першої швидкості потоку і відхилення швидкості потоку,

- визначення другого положення клапана, що відповідає другій швидкості потоку, з використанням індивідуальної характеристики клапана, взаємопов'язаної з даною партією,

50 - визначення поправкового члена як функціональної залежності від різниці між другим положенням клапана і збереженого положення клапана,

- застосування поправкового члена до збереженого положення клапана для одержання скоректованого положення клапана.

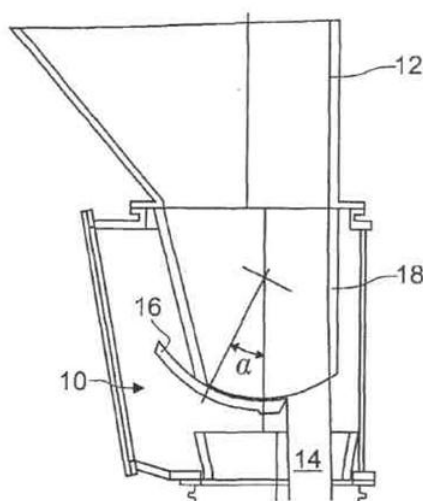
55 11. Система за п. 10, в якій програмувальний обчислювальний пристрій запрограмований так, що відновлення збереженого положення клапана набору, збереженого для даної партії, у функціональній залежності від необхідного заданого значення швидкості потоку включає:

- одержання попереднього заданого значення швидкості потоку, використаного для попереднього вивантаження даної партії,

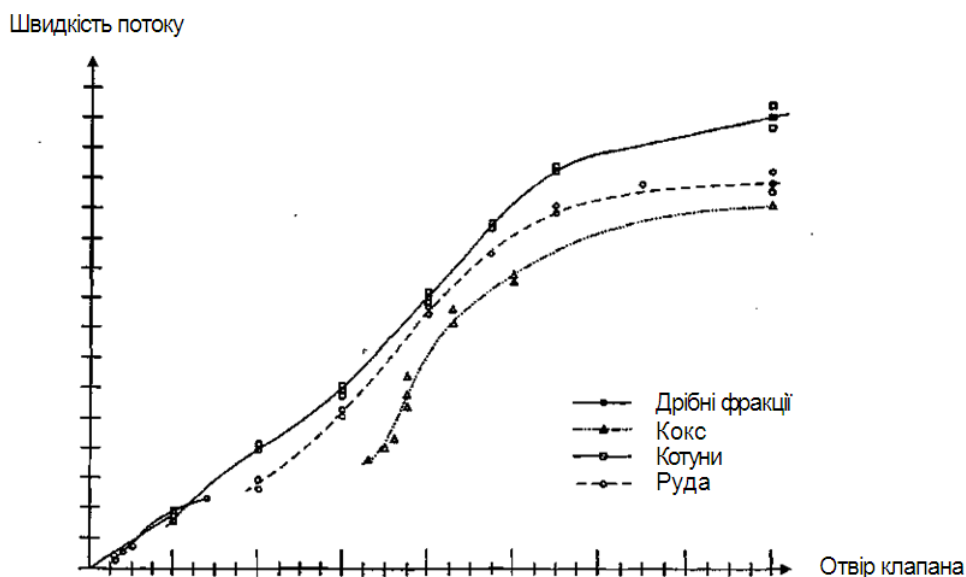
60 - визначення відхилення швидкості потоку між необхідним заданим значенням швидкості потоку і попереднім заданим значенням швидкості потоку,

і у випадку, якщо відхилення швидкості потоку перевищує попередньо задане допустиме відхилення:

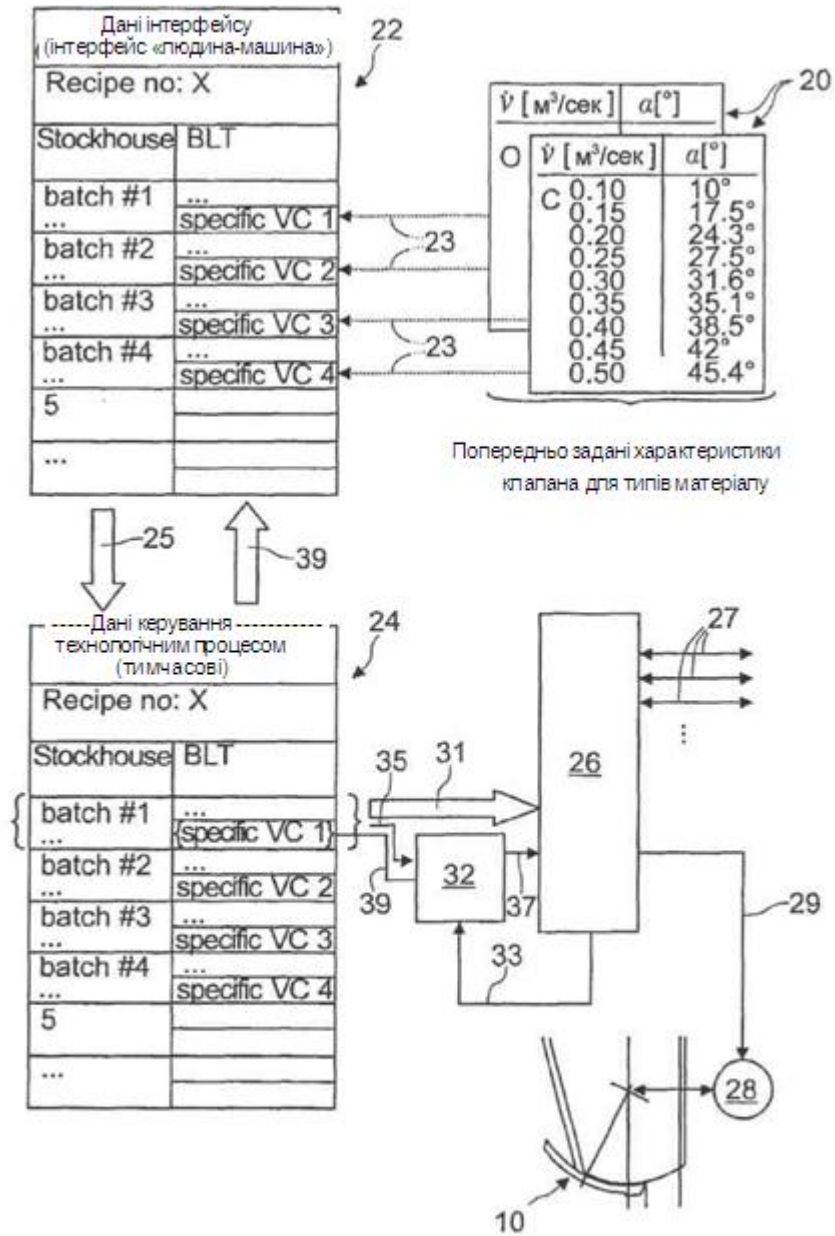
- визначення першої швидкості потоку, що відповідає збереженому положенню клапана, з використанням індивідуальної характеристики клапана, взаємопов'язаної з даною партією,
 - 5 - визначення другої швидкості потоку як суми першої швидкості потоку і відхилення швидкості потоку,
 - визначення другої установки клапана, що відповідає другій швидкості потоку, з використанням індивідуальної характеристики клапана, взаємопов'язаної з даною партією,
 - використання другого положення клапана для відновлення збереженого положення клапана.
- 10 12. Система за будь-яким з пп. 7-11, в якій програмувальний обчислювальний пристрій запрограмований так, що корекція кожної з вказаних декількох положень клапана набору, збереженого для даної партії, також включає:
- 15 визначення середнього значення положення клапана серед декількох положень клапана набору,
- забезпечення того, що кожне скоректоване положення клапана набору перебуває у межах попередньо заданого діапазону біля середнього значення положення клапана.



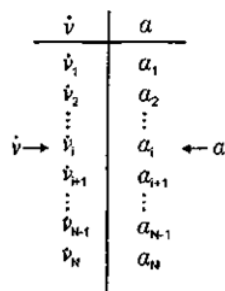
Фіг. 1



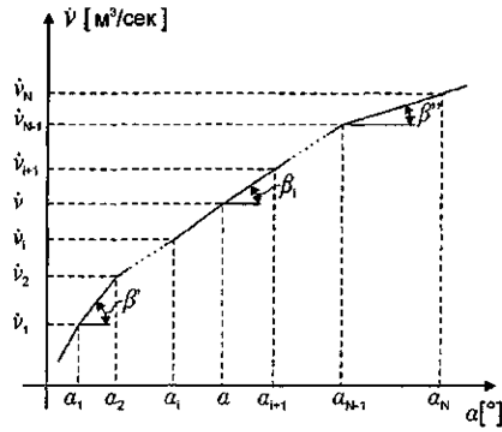
Фіг. 2



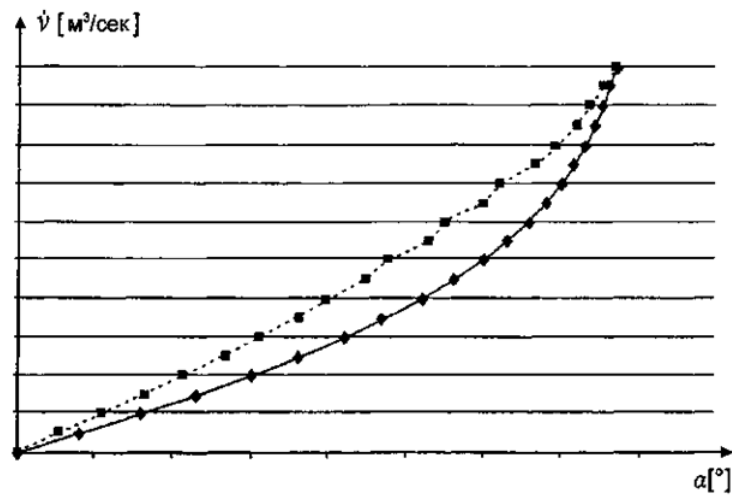
Фіг. 3



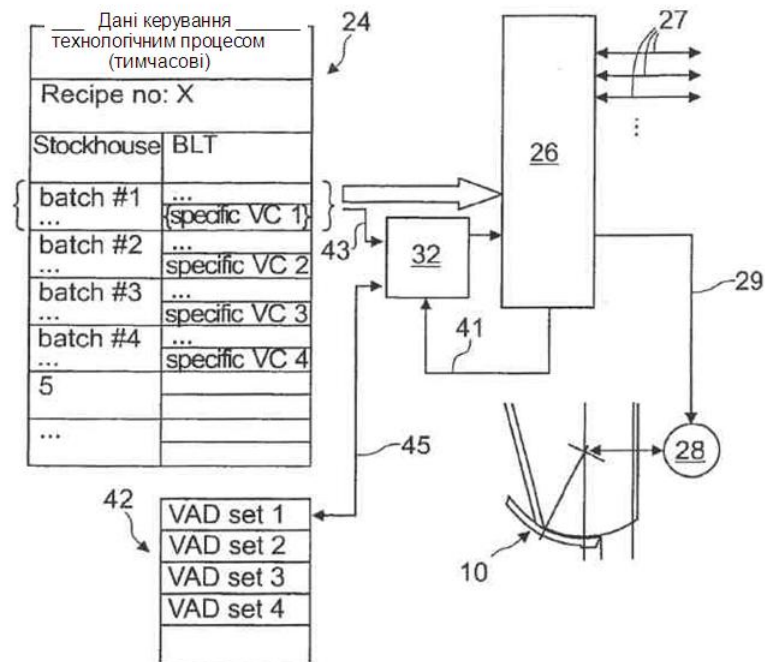
Фіг. 4



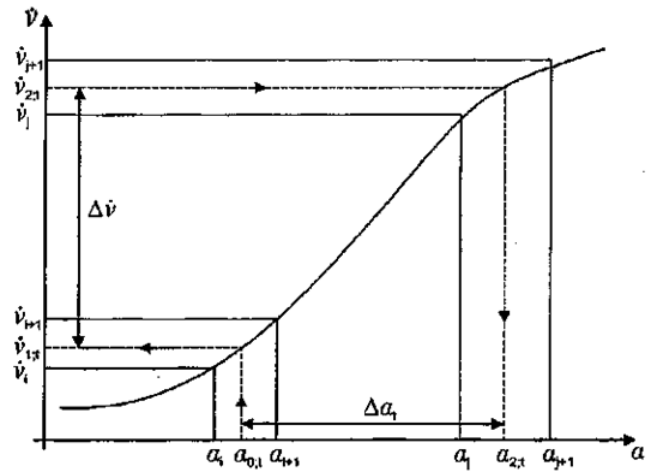
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фіг. 8

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

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