

**УКРАЇНА**

(19) **UA** (11) **120918** (13) **C2**
(51) МПК (2020.01)
C21B 5/06 (2006.01)
C21B 7/00
C21C 5/38 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2016 07600	(72) Винахідник(и):	Ахац Райнхольд (DE), Ваґнер Йєнс (DE), Олес Маркус (DE), Шмьоле Петер (DE), Кляйншмідт Ральф (DE), Кольбе Бербель (DE), Крюґер Матіас Патрік (DE), Майснер Крістоф (DE)
(22) Дата подання заявки:	11.12.2014	(73) Власник(и):	ТІССЕНКРУПП АГ, ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen, Germany (DE)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.03.2020	(74) Представник:	Слободянюк Алла Василівна, реєстр. №25
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	10 2013 113 913.2	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	EA 002712 B1, 29.08.2002 EP 0200880 A2, 17.12.1986 US 4822411 A, 18.04.1989 US 2006027043 A1, 09.02.2006
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	12.12.2013		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	DE		
(41) Публікація відомостей про заявку:	12.09.2016, Бюл.№ 17		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.03.2020, Бюл.№ 5		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/EP2014/003320, 11.12.2014		

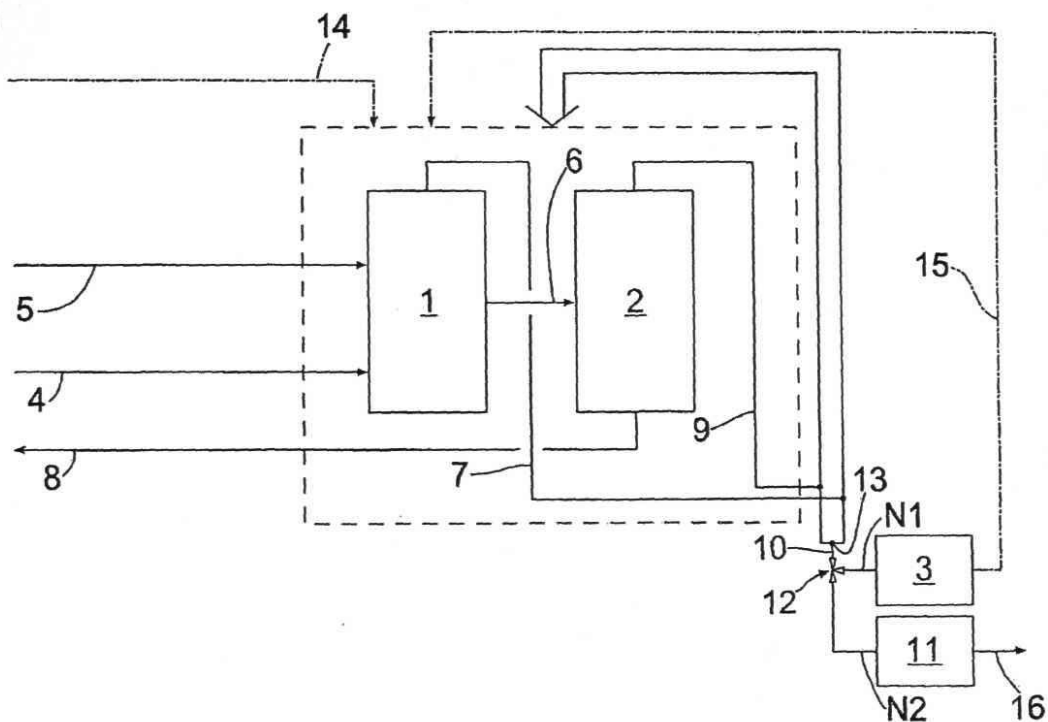
(54) КОМПЛЕКС УСТАНОВОК ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СТАЛІ І СПОСІБ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОМПЛЕКСУ УСТАНОВОК**(57) Реферат:**

Винахід належить до комплексу установок для виробництва сталі з доменною піччю (1) для виробництва чавуну, конвертерною сталеплавильною установкою (2) для виробництва нерафінованої сталі, газопровідною системою для газів, які виділяються при виробництві чавуну і/або при виробництві нерафінованої сталі, а також з електростанцією (3) для вироблення електроенергії. Електростанція експлуатується за допомогою газу, який містить щонайменше порцію суміші колошникового газу (7) доменної печі, який виділяється при виробництві чавуну у доменній печі, і/або порцію суміші конвертерного газу (9), який виділяється в конвертерній сталеплавильній установці (2). Згідно з винаходом передбачена хімічна або біотехнологічна установка (11), з'єднана з газопровідною системою і підключена паралельно відносно постачання газом до електростанції (3). Газопровідна система містить газову стрілку (12) з можливістю керування при експлуатації для розподілу потоків об'єму газу, який підводиться до електростанції (3) і до хімічної або біотехнологічної (11) установки. Для покриття потреби в електричному струмі комплексу установок залучається одержуваний з зовнішнього джерела електричний струм (14) і електричний струм (15) електростанції, який виробляється електростанцією (3) комплексу установок. При цьому складова струму, одержуваного з зовнішнього джерела електричного струму (14), відносно всієї потреби в електричному струмі комплексу установок закладається як змінна величина керування

UA 120918 C2

процесом, а корисний об'єм (N1) газу, який підводиться до електростанції (3), визначається залежно від цієї величини керування процесом.

ФІГ.1



Винахід належить до комплексу установок для виробництва сталі, а також до способу експлуатації комплексу установок.

Комплекс установок для виробництва сталі містить доменну піч для виробництва чавуну, конвертерну сталеплавильну установку для виробництва нерафінованої сталі, газопровідну систему для газів, які виділяються при виробництві чавуну і/або при виробництві нерафінованої сталі, а також електростанцію для вироблення електроенергії. Електростанція сконструйована як газотурбінна електростанція або як газопаротурбінна електростанція і експлуатується за допомогою газу, який містить, щонайменше, порцію суміші колошникового газу доменної печі, який виділяється при виробництві чавуну в доменній печі та/або порцію суміші конвертерного газу, який виділяється в конвертерній сталеплавильній установці.

У доменній печі чавун добувають із залізних руд, флюсів, а також коксу та інших відновників, як-то вугілля, мазут, газ, біомаси, підготовлених утилізованих полімерних матеріалів або містять інші вуглеводні матеріали. Як продукти реакцій відновлення неминуче виникають CO, CO₂, водень і водяна пара. Відтягнутий з процесу доменної печі колошниковий газ доменної печі часто має, поряд з вищезазначеними складовими частинами, високий вміст азоту. Об'єм і склад колошникового газу доменної печі піддані коливанням і залежать від використовуваної печі і від режиму її експлуатації. Хоча, зазвичай, колошниковий газ доменної печі містить від 35 до 60 % об'єму N₂, від 20 до 30 % об'єму CO, від 20 до 30 % об'єму CO₂ і від 2 до 15 % об'єму H₂. Приблизно від 30 до 40 % колошникового газу доменної печі, який виникає при виробництві чавуну використовуються, як правило, для розігрівання гарячого повітря для процесу доменної печі у нагрівальниках повітря, об'єм колошникового газу, який залишається може використовуватися на інших зовнішніх заводських ділянках з метою нагрівання або для вироблення електроенергії.

В конвертерній сталеплавильній установці, яка підключена до процесу доменної печі, чавун перетворюють на нерафіновану сталь. Забруднення, які заважають процесу, як-то вуглець, кремній, сірка і фосфор видаляють шляхом нагнітання кисню у рідкий чавун. Тому, що процеси окислення викликають сильне тепловиділення, як охолоджувальний агент, часто додають металобрухт в об'ємі до 25 % по відношенню до чавуну. Крім того, додають вапно для утворення шлаків і легуючих компонентів. З конвертера для виробництва сталі вилучається конвертерний газ, який має високий вміст CO, крім того, він містить азот, водень і CO₂. Типовий склад конвертерного газу має від 50 до 70 % об'єму CO, від 10 до 20 % об'єму N₂, приблизно, 15 % об'єму CO₂ і, приблизно, 2 % об'єму H₂. Конвертерний газ або спалюють у факелі, або - в сучасних сталеплавильних комбінатах, - уловлюють і підводять для енергетичного використання.

Комплекс установок опціонально може експлуатуватися у поєднанні з коксувальною установкою. В цьому випадку, вище описаний комплекс установок додатково включає установку коксувальної печі, в якій вугілля перетворюють на кокс шляхом коксування. При коксуванні виділяється коксовий газ, який має високий вміст водню і значний вміст CH₄. Зазвичай коксовий газ містить від 55 до 70 % об'єму H₂, від 20 до 30 % об'єму CH₄, близько 10 % об'єму N₂ і від 5 до 10 % об'єму CO. Додатково коксовий газ має складові CO₂, NH₃ і H₂S. На практиці коксовий газ використовують на різних заводських ділянках з метою нагрівання і для роботи електростанції для виробництва електроенергії. Крім того, відомо, що коксовий газ разом з колошниковим газом доменної печі або з конвертерним газом використовують для виробництва синтез-газу. Відповідно до відомого з WO 2010/136313 A1 способу коксовий газ розділяють на збагачений воднем потік газу і на потік залишкового газу, який містить CH₄ і CO, причому потік залишкового газу підводять у процес доменної печі, а збагачений воднем потік газу змішують з колошниковим газом доменної печі і переробляють його у синтез-газ. З EP 0 200 880 A2 відомо змішування конвертерного газу та коксового газу і використання як синтез-газу для синтезу метанолу.

В інтегрованому металургійному заводі, який експлуатується у поєднанні з коксувальною установкою, майже від 40 до 50 % неочищеного газу, що виділяється у вигляді колошникового газу доменної печі, конвертерного газу та коксового газу, використовують для технологічних процесів. Майже від 50 до 60 % газів, які виникають, відводять в електростанцію і використовують для вироблення електроенергії. Вироблений на електростанції електричний струм покриває потребу електричного струму для виробництва чавуну і виробництва нерафінованої сталі. В ідеальному випадку енергобаланс замкнутий, тому, беручи до уваги залізну руду і вуглець у вигляді вугілля чи коксу як енергоносія, не потрібно ніякого іншого введення енергії, окрім нерафінованої сталі та шлаку з комплексу установок не виходять ніякі інші продукти.

З огляду на вищевикладене, в основі винаходу лежить задача подальшого вдосконалення економічності всього процесу і пропонується комплекс установок, за допомогою якого можна зменшити витрати на виробництво сталі.

На основі комплексу установок для виробництва сталі з доменної піччю для виробництва чавуну, конвертерною сталеплавильною установкою для виробництва нерафінованої сталі з газопровідною системою для газів, що виділяються при виробництві чавуну і/або при виробництві нерафінованої сталі і з електростанцією для вироблення електроенергії відповідно до винаходу передбачена хімічна або біотехнологічна установка, поєднана з газопровідною системою і підключена паралельно відносно постачання газом до електростанції. Згідно до винаходу, газопровідна система містить газову стрілку з можливістю керування при експлуатації для розподілу потоків об'єму газу, які підводяться до електростанції і до хімічної установки або біотехнологічної установки. Переважні варіанти виконання запропоновані відповідно до винаходу комплексу установок описуються у пп. 2-5 формули винаходу.

Предметом винаходу є також спосіб згідно з пунктом 6 формули винаходу експлуатації комплексу установок, який має доменну піч для виробництва чавуну, конвертерну сталеплавильну установку, електростанцію і хімічну установку або біотехнологічну установку. Відповідно до запропонованого за винаходом способу на початку, порцію суміші колошникового газу доменної печі, який виділяється при виробництві чавуну в доменній печі та/або порцію суміші конвертерного газу, який виділяється при виробництві нерафінованої сталі використовують як корисний газ для експлуатації електростанції і хімічної установки або біотехнологічної установки. Для покриття, щонайменше, частини потреби комплексу установок в електричному струмі залучається електричний струм, який одержується із зовнішніх джерел і електричний струм електростанції, який виробляється електростанцією комплексу установок. При цьому складова струму, одержуваного з зовнішнього джерела електричного струму, закладається по відношенню до всієї потреби в електричному струмі комплексу установок, як величина, яка змінюється при керуванні процесом, а корисний об'єм газу, який підводиться для процесу роботи електростанції визначається в залежності від цієї величини керування процесом. Не використану для вироблення електроенергії частину корисного об'єму газу використовують після кондиціонування газу, як синтез-газ для виробництва хімічних продуктів або підводять після кондиціонування газу до біотехнологічної установки і використовують для біохімічних процесів.

У хімічній установці хімічні продукти можуть вироблятися з синтез-газів, які містять відповідно компоненти кінцевої продукції. Хімічними продуктами можуть бути, наприклад, аміак або метанол або також інші вуглеводневі сполуки.

Для виробництва аміаку необхідно підготувати синтез-газ, який містить у правильному співвідношенні азот і водень. Азот можна добувати з колошникового газу доменної печі. Як джерело водню можна використовувати колошниковий газ доменної печі або конвертерний газ, причому водень виробляють шляхом процесу конверсії водяного газу складової частини CO ($\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$). Для виробництва вуглеводневих сполук, наприклад, метанолу, потрібно підготувати синтез-газ, який складається, по суті, з CO і/або двоокису вуглецю і H_2 , і який містить у правильному співвідношенні компоненти окису вуглецю і/або двоокису вуглецю і водню. Тому, що співвідношення описується часто модулем $(\text{H}_2 - \text{CO}_2)/(\text{CO} + \text{CO}_2)$. Водень можна виробляти, наприклад, шляхом реакції конверсії водяного газу складової частини CO у колошниковому газі доменної печі. Для підготовки CO можна задіяти конвертерний газ. Як джерело CO_2 може служити колошниковий газ доменної печі і/або конвертерний газ.

В рамках винаходу замість хімічної установки для виробництва продуктів з синтез-газу також може використовуватися біотехнологічна установка (біотехнологічна установка). При цьому мова йде про установку для ферментації синтез-газу. Синтез-газ використовують шляхом біохімічної ферментації, причому можна виготовляти такі продукти, як спирти (етанол, бутанол), ацетон або органічну кислоту. Ці продукти, виготовлені шляхом ферментації синтез-газу, у даному випадку названі лише як приклад.

Згідно з переважним варіантом виконання, комплекс установок додатково може мати установку коксувальної печі. Якщо виробництво чавуну і виробництво нерафінованої сталі здійснюють у поєднанні з коксувальною установкою, порцію суміші колошникового газу доменної печі, який виділяється при виробництві чавуну та/або порцію суміші конвертерного газу, який виділяється в конвертерній сталеплавильній установці можна змішувати з порцією суміші коксового газу, яка виникає в установці коксової печі, а змішаний газ використовувати як корисний газ. Для виробництва синтез-газу, наприклад, для синтезу аміаку, можна використовувати суміш з коксового газу і колошникового газу доменної печі або змішаний газ з коксового газу, конвертерного газу і колошникового газу доменної печі. Для виробництва

вуглеводневих сполук придатний змішаний газ з коксового газу та конвертерного газу або змішаний газ з коксового газу, конвертерного газу і колошникового газу доменної печі. При цьому описані хімічні продукти, які можуть виготовлятися в хімічній установці з колошникового газу доменної печі, конвертерного газу та коксового газу, - це лише приклади використання для пояснення описаних в пп. 7-10 формули винаходу варіантів способу.

Неочищені гази: коксовий газ, конвертерний газ/або колошниковий газ доменної печі - можуть готуватися окремо або у комбінаціях як змішаний газ, а потім підводитися як синтез-газ у хімічну установку. Підготовка, зокрема, газу коксувальної печі, включає очищення газу для відділення інгредієнтів, які заважають процесу, зокрема смоли, сірки і її сполук, ароматичних вуглеводнів (BTX) і висококиплячих вуглеводнів. Крім того, необхідне кондиціонування газу для виробництва синтез-газу. В рамках кондиціонування газу змінюється частка компонентів CO, CO₂ і H₂ у складі неочищеного газу. Кондиціонування газу включає, наприклад, адсорбцію зі зміною тиску для відділення і збагачення H₂ і/або реакцію конверсії водяного газу для перетворення CO на водень і/або паровий риформінг для перетворення частки CH₄ на CO і водень у коксовому газі.

У відповідному винаході способі щонайменше одну порцію суміші колошникового газу доменної печі, який виділяється при виробництві чавуну в доменній печі та чи порцію суміші конвертерного газу, який виділяється в конвертерній сталеплавильній установці використовують, як нерафінований газ для виробництва з нього шляхом хімічних реакцій у хімічній установці або біохімічних процесів у біотехнологічній установці продуктів, зокрема цінних матеріалів. Згідно до переважного виконання винаходу установку експлуатують у поєднанні з коксувальною установкою, і газ коксувальної печі залучають для використання. Результатом використання частини цих газів є відсутність необхідності для комплексу установок отримання електричного струму від зовнішнього джерела. Одержуваний від зовнішнього джерела електричний струм може приходити зі звичайних електростанцій або одержуватися від поновлюваних джерел енергії. Переважно одержуваний від зовнішнього джерела електричний струм повністю або щонайменше частково одержують з відновлюваної енергії, і він надходить, наприклад, з вітросилових установок, сонячних батарей, геотермічних електростанцій, гідроелектростанцій, припливних електростанцій, тощо. Для досягнення максимально економічної експлуатації комплексу установок електричний струм закуповують у періоди низьких тарифів на електроенергію і використовують для постачання комплексу установок, а не використану для вироблення електроенергії частину корисного об'єму газу, який використовують після кондиціонування газу в хімічній установці або біотехнологічній установці для виробництва хімічних продуктів. Навпаки, у періоди високих тарифів на електроенергію корисний об'єм газу підводять повністю або, щонайменше, здебільшого до електростанції повністю для вироблення електричного струму для постачання комплексу установок. Хімічна установка або біотехнологічна установка переходить відповідним чином на більш низькі режимні параметри в періоди високих тарифів на електроенергію. Для здійснення способу передбачається регулювання, яке задає взаємну експлуатацію електростанції, з одного боку, і хімічної установки або біотехнологічної установки, з іншого боку, в залежності від змінних величин керування процесом. Величина керування процесом визначається переважно як змінна величина, в залежності від функції, яка містить вартість одержуваного від зовнішнього джерела електричного струму і витрати на виробництво електричного струму електростанцією.

Заявлений спосіб забезпечує економічну експлуатацію комплексу установок. При цьому перевага відповідного винаходу способу також полягає, зокрема у тому, що ступінь ефективності процесу роботи електростанції для вироблення електричного струму нижча, ніж ефективність хімічної установки або біотехнологічної установки, в якій з синтез-газу виготовляють продукти хімічної промисловості шляхом хімічних реакцій або біохімічних процесів.

Потужність електростанції можна регулювати залежно від корисного об'єму газу, який підводиться у процес роботи електростанції від 20 до 100 %. Як електростанцію переважно використовують газотурбінну електростанцію або газопаротурбінну електростанцію.

Потужність хімічної установки або біотехнологічної установки регулюють залежно від змішаного об'єму газу, який підводиться до цих установок. Істотною перевагою для хімічної установки є динамічне ведення процесу при змінних навантаженнях установок. Режим експлуатації при змінних навантаженнях установок може реалізовуватися, зокрема за допомогою того, що хімічна установка має множину паралельно підключених, невеликих пристроїв, які підключаються і відключаються окремо в залежності від потоку корисного газу, який знаходиться у розпорядженні.

Перевага використання біотехнологічної установки полягає в тому, що біотехнологічна установка гнучкіша відносно зміни навантаження, ніж хімічна установка.

Крім того, винаходом є також застосування хімічної установки для підключення її до металургійного заводу згідно з пунктом 17 формули винаходу і застосування біотехнологічної установки для її підключення до металургійного заводу згідно з пунктом 18 формули винаходу.

Далі більш детально роз'яснюється винахід за допомогою зображення лише одного приклада виконання креслення. На фігурах схематично показані:

на Фіг. 1 - спрощена блок-схема комплексу установок для виробництва сталі з доменною піччю для виробництва чавуну і конвертерною сталеплавильною установкою для виробництва нерафінованої сталі, електростанцією і хімічною установкою або біотехнологічною установкою;

на Фіг. 2 - спрощена блок-схема комплексу установок, що містить також додатково до доменної печі для виробництва чавуну і конвертерної сталеплавильної установки для виробництва нерафінованої сталі, електростанції і до хімічної установки або біотехнологічної установки, установку коксової печі;

на Фіг. 3 - блок-схема комплексу установок згідно Фіг. 2 з додатковою установкою для виробництва водню.

Зображений на Фіг. 1 комплекс установок для виробництва сталі містить доменну піч 1 для виробництва чавуну, конвертерну сталеплавильну установку 2 для виробництва нерафінованої сталі, електростанцію 3 для вироблення електроенергії і хімічну або біотехнологічну установку 11.

У доменній печі 1 чавун видобувають, по суті із залізної руди 4 і відновників 5, зокрема коксу та вугілля. За допомогою реакцій відновлення утворюється колошниковий газ 7 доменної печі, який містить як основні компоненти азот, CO, CO₂ і H₂. У конвертерній сталеплавильній установці 2, приєднаній до процесу доменної печі, чавун 6 перетворюють на нерафіновану сталь 8. Забруднення, які заважають процесу, зокрема, вуглець, кремній і фосфор видаляють шляхом нагнітання кисню у рідкий чавун. Для охолодження може підводитися металобрухт в об'ємах до 25 % по відношенню до об'єму чавуну. Потім додають вапно для утворення шлаків і легуючих компонентів. У головній частині конвертера вилучається конвертерний газ 9, який має дуже велику складову частину CO.

Електростанція 3 сконструйована як газотурбінна електростанція або газопаротурбінна електростанція і експлуатується за допомогою газу, який містить щонайменше порцію суміші колошникового газу 7, який виділяється при виробництві чавуну в доменній печі 1 і порцію суміші конвертерних газів 9, які виділяються в конвертерній сталеплавильній установці 2. Для транспортування газів передбачена газопровідна система.

Згідно зображеному на Фіг. 1 загальної підсумка, у комплекс установок підводять вуглець як відновник 5 у вигляді вугілля і коксу, а також залізну руду 4. Як продукти одержують нерафіновану сталь 8 і неочищені гази 7, 9, які відрізняються за об'ємом, складом і теплою згоряння та чистотою, і які повторно використовуються в різних місцях у комплексі установок. При загальному розгляді від 40 до 50 %, переважно, майже 45 %, неочищених газів 7, 9 повторно повертаються у металургійний процес для виробництва чавуну або для виробництва нерафінованої сталі. Від 50 до 60 %, переважно, близько 55 %, неочищених газів 7, 9 підводять у хімічну установку 12 або їх можна використовувати для експлуатації електростанції 3. Експлуатована за допомогою змішаного газу 10 з колошникового газу 7 доменної печі і конвертерного газу 9 електростанція 3 сконструйована так, що вона може покривати потребу комплексу установок в електричному струмі.

Згідно зображенню на Фіг. 1 передбачена хімічна або біотехнологічна установка 11, приєднана до газопровідної системи і підключена паралельно відносно постачання газу електростанції 3. Газопровідна система має газову стрілку 12 з можливістю керування при експлуатації для розподілу підведених потоків об'єму газу до електростанції 3 і хімічної або біотехнологічної установки 11. У напрямку потоку перед газовою стрілкою передбачений змішувальний пристрій 13 для виробництва змішаних газів 10, які складаються з колошникового газу 7 доменної печі і конвертерного газу 9.

У зображеному на Фіг. 1 комплексі установок, щонайменше, одна порція суміші колошникового газу 7 доменної печі, який виділяється при виробництві чавуну в доменній печі 1 і порція суміші конвертерного газу 9, який виділяється при виробництві нерафінованої сталі використовують як корисний газ для експлуатації електростанції 3 і хімічної або біотехнологічної установки 11. Для покриття потреби в електричному струмі комплексу установок залучається одержуваний з зовнішнього джерела електричний струм 14 і електричний струм 15 електростанції, який виробляється електростанцією 3 комплексу установок. Складову струму, одержуваного з зовнішнього джерела електричного струму 14 по відношенню до всієї потреби в

електричному струмі комплексу установок закладається, як змінна величина керування процесом, а корисний об'єм N1 газу, який підводиться до електростанції 3 визначається в залежності від цієї величини керування процесом. Не використану для вироблення електроенергії частину корисного об'єму N2 газу використовують після конденсації газу як синтез-газу для виробництва хімічних продуктів 16 або підводять після кондиціонування газу до біотехнологічної установки і використовують для біохімічних процесів.

Одержуваний з зовнішнього джерела електричний струм 14 добувають переважно повністю або щонайменше частково з відновлюваної енергії, він надходить, наприклад, з вітросилових установок, сонячних батарей, гідроелектростанцій, тощо. Величину керування процесом, на основі якої задають корисний об'єм N1 газу, який підводиться в процесі роботи електростанції, визначають, як змінну величину в залежності від функції, яка включає вартість одержуваного з зовнішнього джерела електричного струму і витрати на виробництво електричного струму 15 електростанцією. Для досягнення максимально економічної експлуатації комплексу установок електричний струм закуповують у періоди низьких тарифів на електроенергію як зовнішній електричний струм 14 і використовують для енергоживлення комплексу установок, причому не використовують для вироблення електроенергії частину корисного об'єму N2 газу хімічної установки або біотехнологічної установки 11 підводять і використовують після кондиціонування як синтез-газ для виробництва хімічних продуктів 16. У періоди високих тарифів на електроенергію неочищені гази 7, 9, які з'являються у виробництві чавуну і виробництві нерафінованої сталі підводять до електростанції 3 для вироблення електричного струму для постачання комплексу установок. Хімічна установка 11 або альтернативно передбачена біотехнологічна установка відповідним чином переходить на більш низькі режимні параметри у періоди високих тарифів на електроенергію.

Потужність електростанції 3 регулюють залежно від корисного об'єму N1 газу, який підводиться в процесі роботи електростанції між 20 і 100 %. Потужність хімічної установки 11 або біотехнологічної установки регулюють залежно від корисного об'єму N2 газу, який підводиться до цієї установки. Істотною перевагою для хімічної установки 11 є динамічний режим її експлуатації при змінних навантаженнях. Його можна реалізувати за допомогою того, що хімічна установка 11 має множину паралельно підключених невеликих пристроїв, які підключаються або відключаються окремо в залежності від потоку корисного об'єму N2 газу, який є у розпорядженні.

У прикладі виконання на Фіг. 2 комплекс установок містить додаткову установку 17 коксувальної печі. При коксуванні вугілля 18 перетворюють на кокс 19 і виділяється газ 20 коксувальної печі, який містить велику частку водню і CH_4 . Частини газу 20 коксувальної печі можуть використовуватися для розігріву повітрянагрівачів у доменній печі 1. Газопровідна система включає систему розподілу газу для газу 20 коксувальної печі. У напрямку потоку перед газовою стрілкою 12 передбачений змішувальний пристрій 13 для виробництва змішаного газу 10, який складається з колошникового газу 7 доменної печі, конвертерного газу 9 і газу 20 коксувальної печі. За допомогою газової стрілки можна керувати потоками об'ємів газу, які підводяться до електростанції 3 і до хімічної установки або біотехнологічної установки 11.

При експлуатації установки, зображеної на Фіг. 2, порцію суміші колошникового газу 7 доменної печі 7, який виділяється при виробництві чавуну і/або порцію суміші конвертерного газу 9, який виділяється в конвертерній сталеплавильній установці змішують з порцією суміші газів 20 коксувальної печі, які виникають в установці 17 коксувальної печі. Змішаний газ 10 використовують як корисний газ для експлуатації електростанції 3 і хімічної установки 11 або біотехнологічної установки.

Колошниковий газ 7 доменної печі, конвертерний газ 9 і газ 20 коксувальної печі можна комбінувати як загодно один з одним. Комбінацію потоків 7, 9, 20 газу орієнтують на бажаний синтез-газ або продукт, який повинен виготовлятися в хімічній установці 11 або в біотехнологічній установці при застосуванні синтез-газу.

В рамках винаходу, наприклад, можливо, що колошниковий газ 7 доменної печі і конвертерний газ 9 змішують так, що із змішаного газу після кондиціонування газу виробляють синтез-газ і що до синтез-газу або до очищеного змішаного газу перед подальшою переробкою у синтез-газ домішують додатково підготовлений газ 20 коксувальної печі.

Крім того, існує можливість, що з колошникового газу доменної печі 7 після кондиціонування газу виготовляють синтез-газ і що до синтез-газу або до очищеного колошникового газу доменної печі перед подальшою переробкою у синтез-газ домішують додатково підготовлений газ 20 коксувальної печі.

Нарешті, існує можливість, що з конвертерного газу 9 після кондиціонування газу виготовляють синтез-газ і що до синтез-газу або до очищеного конвертерного газу перед

подальшою переробкою у синтез-газ додатково домішують підготовлений газ 20 коксувальної печі.

У зображеному на Фіг. 1 і Фіг. 2 режимі експлуатації вміст вуглецю і вміст азоту у неочищених газах, які виділяються при експлуатації комплексу установок може не повністю використовуватися для виробництва хімічних продуктів тому, що існує дефіцит водню. Для повного використання вмісту вуглецю і вмісту азоту корисного газу для виробництва хімічних цінних матеріалів, зображений на Фіг. 3 комплекс установок додатково має установку 21 для виробництва водню, з'єднану через трубопровід 22, який подає водень з газопровідної системи. Установка 21 для виробництва водню може бути, зокрема, устаткуванням для електролізу води. Проведення електролізу води енергоємне, а тому здійснюється перш за все у періоди низьких тарифів на електроенергію, в які експлуатують також хімічну установку 11 або біотехнологічну установку, а електростанція 3 переходить на більш низькі режимні параметри. Додатково вироблений водень підводять до хімічної установки 11 разом із змішаним газом. Внаслідок цього виробнича потужність хімічної установки 11 може помітно збільшуватися. Це має силу, якщо замість хімічної установки 11 передбачається біотехнологічна установка.

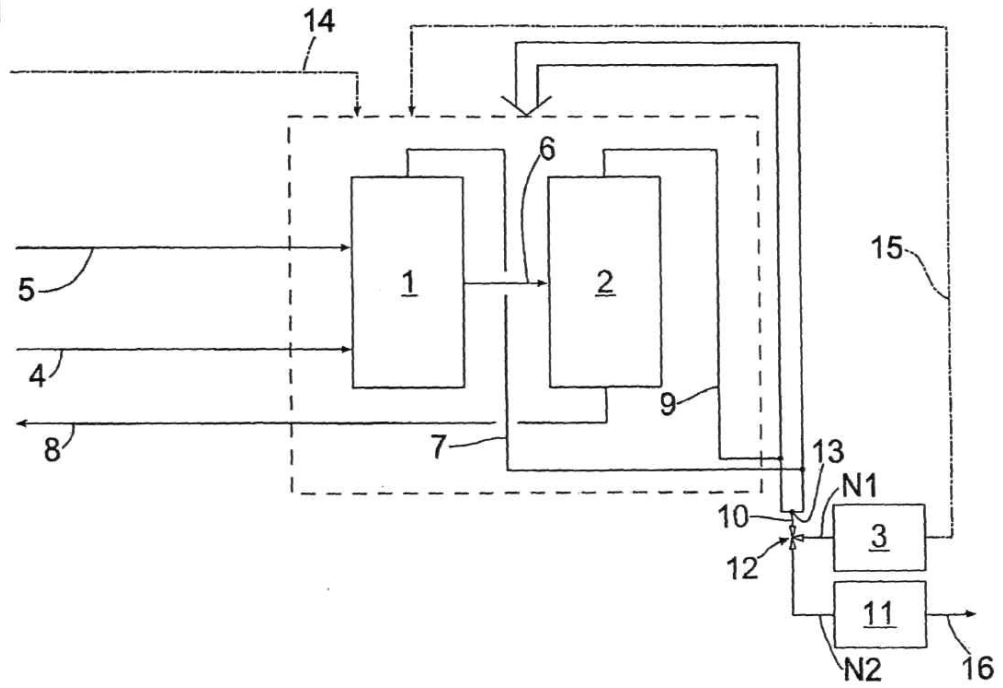
ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Комплекс установок для виробництва сталі, який має доменну піч (1) для виробництва чавуну, конвертерну сталеплавильну установку (2) для виробництва нерафінованої сталі, газопровідну систему для газів, які виділяються при виробництві чавуну і/або при виробництві нерафінованої сталі, а також електростанцію (3) для вироблення електроенергії, при цьому електростанція (3) сконструйована як газотурбінна електростанція або як газопаротурбінна електростанція і експлуатується за допомогою газу, який містить щонайменше порцію суміші колошникового газу (7), який виділяється при виробництві чавуну в доменній печі і/або порцію суміші конвертерного газу (9), який виділяється в конвертерній сталеплавильній установці (2), який **відрізняється** тим, що додатково є хімічна установка або біотехнологічна установка (11), поєднана з газопровідною системою і підключена паралельно при постачанні газу до електростанції (3), причому газопровідна система містить газову стрілку (12), виконану з можливістю керування при експлуатації для розподілу потоків газу, які підводяться до електростанції (3) і до хімічної установки або біотехнологічної (11) установки.
2. Комплекс установок за п. 1, який **відрізняється** тим, що він додатково містить установку (17) коксувальної печі, при цьому газопровідна система містить систему розподілу газу для газу (20) коксувальної печі, який виділяється в процесі коксування з установки (17) коксувальної печі.
3. Комплекс установок за п. 2, який **відрізняється** тим, що в напрямку потоку перед газовою стрілкою (12) передбачено змішувальний пристрій (13) для виробництва змішаного газу (10), який складається з колошникового газу (7) доменної печі, конвертерного газу (9) і газу (20) коксувальної печі, при цьому за допомогою газової стрілки (12) можна керувати потоками об'ємів газу, які підводяться до електростанції (3) і до хімічної установки або до біотехнологічної установки (11).
4. Комплекс установок за будь-яким з пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що він додатково має установку (21) для виробництва водню, з'єднану через трубопровід (22), яка подає водень з газопровідної системи.
5. Комплекс установок за п. 4, який **відрізняється** тим, що установка (21) для виробництва водню є установкою для електролізу води.
6. Спосіб експлуатації комплексу установок, який має доменну піч (1) для виробництва чавуну, конвертерну сталеплавильну установку (2), електростанцію (3) і хімічну або біотехнологічну установку (11), при цьому щонайменше одну порцію суміші колошникового газу (7), який виділяється при виробництві чавуну в доменній печі, і/або порцію суміші конвертерного газу (9), який виділяється в конвертерній сталеплавильній установці (2), використовують для експлуатації електростанції (3) і хімічної або біотехнологічної установки (11), причому для покриття потреби в електричному струмі комплексу установок залучають одержуваний з зовнішнього джерела електричний струм (14) і електричний струм (15) електростанції, який виробляється електростанцією (3) комплексу установок, причому складову струму, одержуваного з зовнішнього джерела електричного струму (14), відносно всієї потреби в електричному струмі комплексу установок закладають як змінну величину керування процесом, а корисний об'єм (N1) газу, який підводять до електростанції, визначають залежно від цієї величини керування процесом,

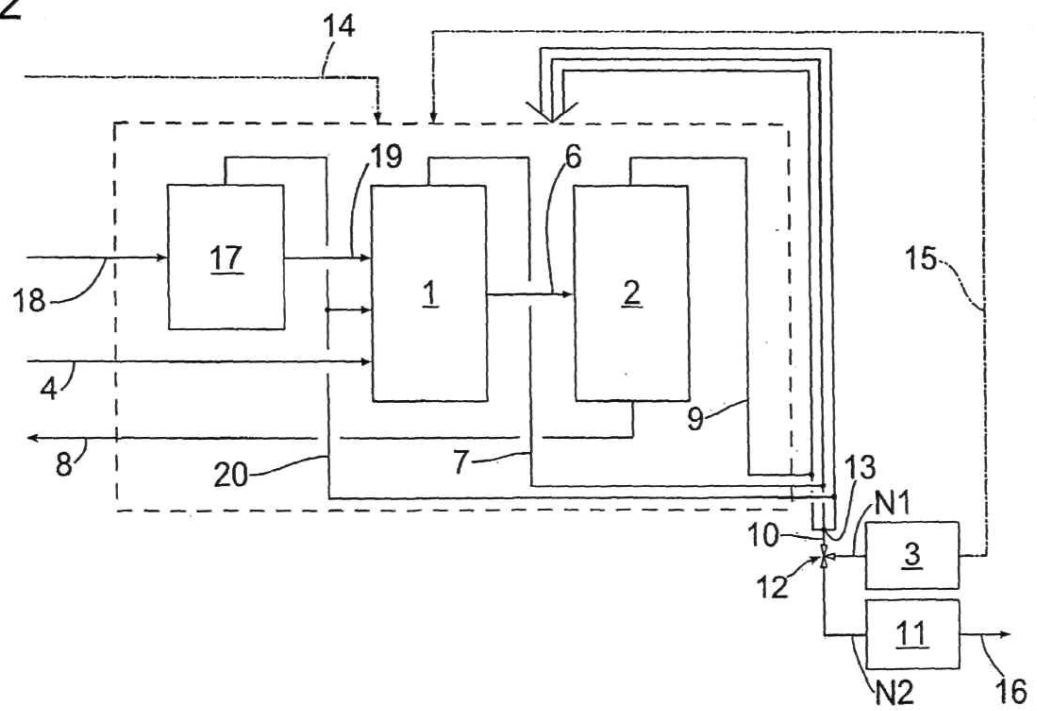
а невикористану для вироблення електроенергії частину корисного об'єму (N2) газу використовують після конденсації газу як синтез-газу для виробництва хімічних продуктів або підводять після кондиціонування газу до біотехнологічної установки і використовують для біохімічних процесів.

- 5 7. Спосіб за п. 6, який **відрізняється** тим, що комплекс установок додатково містить установку (17) коксуючої печі, при цьому порцію суміші колошникового газу (7), який виділяється при виробництві чавуну доменної печі, і/або порцію суміші конвертерного газу (9), який виділяється в конвертерній сталеплавильній установці (2), змішують з порцією суміші коксуючої печі газів (20), які виникають в установці (17), а змішаний газ (10) використовують як корисний газ.
- 10 8. Спосіб за п. 7, який **відрізняється** тим, що колошниковий газ (7) доменної печі і конвертерний газ (9) змішують так, що із змішаного газу (10) після кондиціонування газу виробляють синтез-газ, при цьому до синтез-газу або до очищеного змішаного газу (11) перед подальшою переробкою у синтез-газ домішують додатково підготовлений газ (20) коксуючої печі.
- 15 9. Спосіб за п. 7, який **відрізняється** тим, що з колошникового газу (7) доменної печі після кондиціонування газу виготовляють синтез-газ, при цьому до синтез-газу або до очищеного колошникового газу доменної печі перед подальшою переробкою у синтез-газ домішують додатково підготовлений газ (20) коксуючої печі.
- 20 10. Спосіб за п. 7, який **відрізняється** тим, що з конвертерного газу (9) виготовляють після кондиціонування синтез-газ, при цьому до синтез-газу або до очищеного конвертерного газу перед подальшою переробкою у синтез-газ додатково домішують підготовлений газ (20) коксуючої печі.
- 25 11. Спосіб за пп. 6-10, який **відрізняється** тим, що електричний струм (14), який одержують із зовнішнього джерела, одержують переважно повністю або щонайменше частково з відновлюваної енергії.
- 30 12. Спосіб за пп. 6-11, який **відрізняється** тим, що величину керування процесом визначають як змінну величину залежно від функції, яка включає вартість одержуваного з зовнішнього джерела електричного струму (14) і витрати на виробництво електричного струму (15) електростанцією у вигляді змінної величини.
- 35 13. Спосіб за п. 12, який **відрізняється** тим, що потужність електростанції (3) регулюють залежно від корисного об'єму (N1) газу, який підводиться в процесі роботи електростанції, між 20 і 100 %.
- 40 14. Спосіб за пп. 6-13, який **відрізняється** тим, що як електростанцію (3) використовують газотурбінну електростанцію або газопаротурбінну електростанцію.
- 45 15. Спосіб за пп. 6-14, який **відрізняється** тим, що потужність хімічної установки (11) або біотехнологічної установки регулюють залежно від величини корисного (N2) газу, який підводять до цієї установки.
- 50 16. Спосіб за п. 15, який **відрізняється** тим, що хімічна установка (11) має множинну паралельно підключених, невеликих пристроїв, які підключають або відключають окремо залежно від потоку корисного (N2) газу, який є в наявності.
17. Застосування хімічної установки для її підключення до металургійного заводу, який містить доменну піч (1) для виробництва чавуну, конвертерну сталеплавильну установку (2) і установку (17) коксуючої печі, за умови, що порцію суміші колошникового газу (7), який виділяється при виробництві чавуну доменної печі, і/або порцію суміші конвертерного газу (9), який виділяється в конвертерній сталеплавильній установці (2), і/або порцію суміші коксуючого газу (20), який витягається з установки (17) коксуючої печі, підводять до хімічної установки (11) як корисний газ і використовують для виробництва хімічних продуктів (16).
18. Застосування біотехнологічної установки для її підключення до металургійного заводу, який містить доменну піч (1) для виробництва чавуну, конвертерну сталеплавильну установку (2) і установку (17) коксуючої печі, за умови, що порцію суміші колошникового газу (7) доменної печі, який виділяється при виробництві чавуну, і/або порцію суміші конвертерного газу (9), який виділяється в конвертерній сталеплавильній установці (2), і/або порцію суміші коксуючого газу (20), який витягається з установки (17) коксуючої печі, підводять до біотехнологічної установки і використовують для біохімічних процесів.

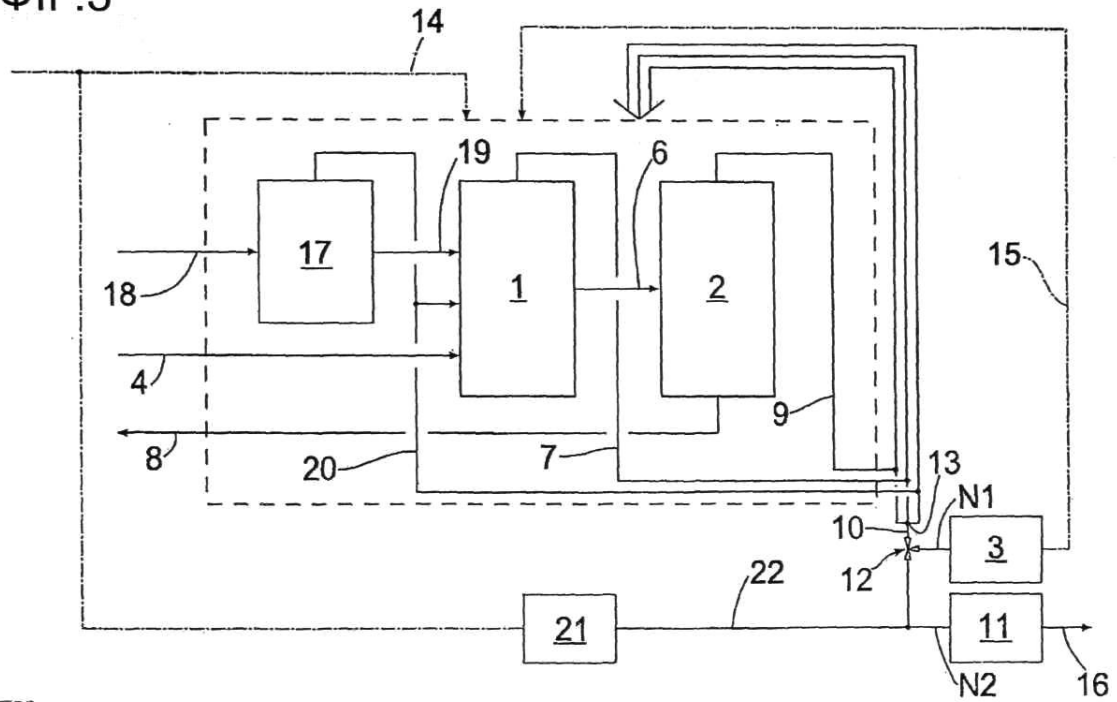
ФІГ.1



ФІГ.2



ΦΙΓ.3



Комп'ютерна верстка С. Чулій

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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