



УКРАЇНА

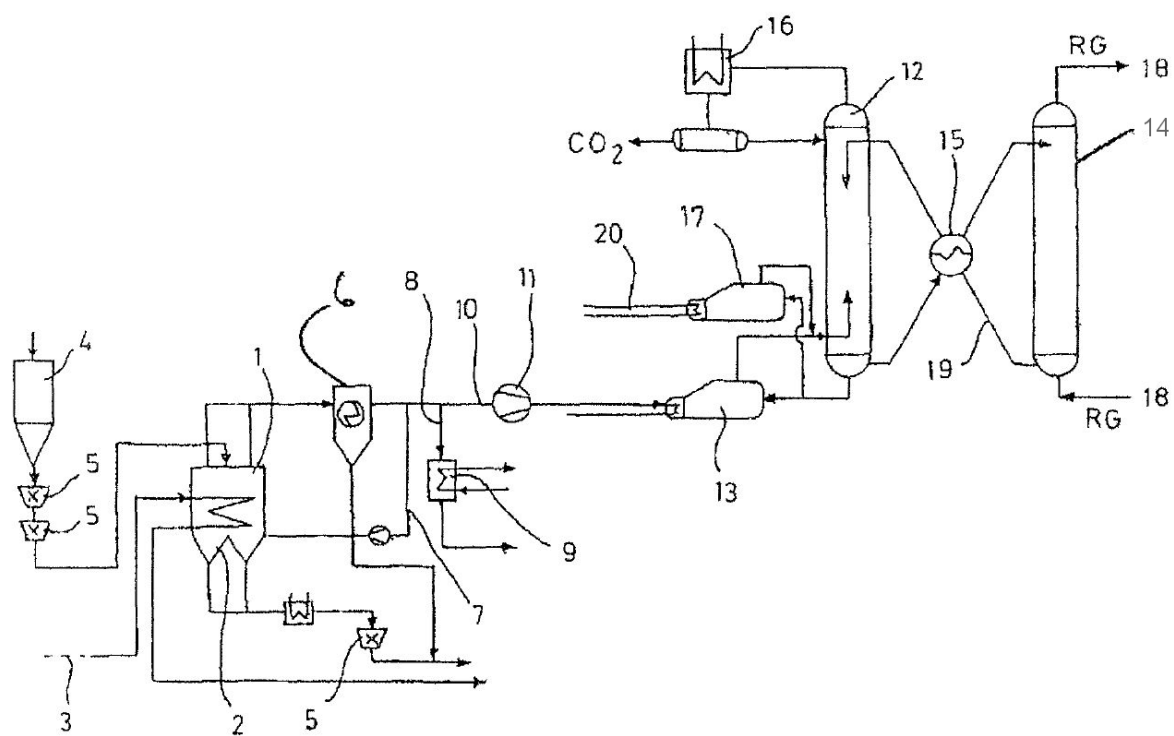
(19) **UA** (11) **108074** (13) **C2**
(51) МПК**F01K 17/06** (2006.01)**B01D 53/14** (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

| | | | |
|--|--------------------------------------|--|---|
| (21) Номер заявки: | а 2011 14124 | (72) Винахідник(и): | Бергер Георг (DE), |
| (22) Дата подання заявки: | 21.04.2010 | | Мозер Петер (DE), |
| (24) Дата, з якої є чинними права на винахід: | 25.03.2015 | | Руппрехт Тоні (DE), |
| (31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: | 10 2009 019 334.0 | | Шмідт Зандра (DE) |
| (32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: | 30.04.2009 | (73) Власник(и): | РВЕ ПАУЕР АКЦІЕНГЕЗЕЛЛЬШАФТ, |
| (33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: | DE | | Huyssealallee 2, D-45128 Essen, Germany (DE) |
| (41) Публікація відомостей про заявку: | 26.12.2011, Бюл.№ 24 | (74) Представник: | Мошинська Ніна Миколаївна, реєстр. №115 |
| (46) Публікація відомостей про видачу патенту: | 25.03.2015, Бюл.№ 6 | (56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: | EP 1967249 A1; 10.09.2008 DE 19931346 C1; 21.12.2000 DE 10319477 A1; 25.11.2004 |
| (86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ | PCT/EP2010/002428, 21.04.2010 | | |

(54) СПОСІБ РОБОТИ ПАРОВИХ ТУРБІННИХ УСТАНОВОК, А ТАКОЖ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ПАРИ З БУРОГО ВУГІЛЛЯ**(57) Реферат:**

Винахід стосується способу роботи парової турбінної електростанції щонайменше з одним опалюваним бурим вугіллям, паровим котлом, причому буре вугілля піддають непрямому сушінню в сушарці із псевдозрідженим шаром, яка, щонайменше частково, обігрівается паром з контуру циркуляції пароводяної суміші парового котла. Даний спосіб відрізняється тим, що топковий газ з парового котла піддають абсорбційному очищенню для відділення CO₂ і що необхідну для абсорбційного очищення енергію, щонайменше частково, відбирають із сушарки із псевдозрідженим шаром. Далі, винахід стосується пристрою для отримання пари з бурого вугілля за допомогою пристрою сушіння бурого вугілля і пристрою для абсорбційного очищення топкових газів від CO₂, причому процес сушіння і процес очищення газу від CO₂ термічно пов'язані один з одним.

UA 108074 C2



Фиг.

Винахід належить до способу роботи паротурбінної установки щонайменше з одним, опалюваним бурим вугіллем, паровим котлом, причому буре вугілля піддають попередньому сушінню, переважно непрямому сушінню в сушарці з псевдозрідженим шаром, яка, щонайменше частково, опалюється паром з контуру циркуляції пароводяної суміші парового котла.

Подібний спосіб відомий, наприклад, з DE 10319477 A1.

Порівняно з виробництвом електроенергії з кам'яного вугілля, згоряння бурого вугілля відбувається з виділенням більшої кількості CO₂. Це викликано, головним чином, вищим вмістом води в бурому вугіллі. Буре вугілля з природною вологістю має вміст води приблизно від 45 до 65%, який за допомогою сушіння зменшується до приблизно від 10 до 25%. Відомо, що для того, щоб досягнути ефективного отримання електроенергії з бурого вугілля, буре вугілля, передусім, піддають непрямому сушінню в сушарці із псевдозрідженим шаром, причому сушарка із псевдозрідженим шаром, щонайменше частково, обігрівается паром з контуру циркуляції пароводяної суміші парового котла, а енергію вторинної пари, що отримується при сушінні бурого вугілля, застосовують для попереднього підігрівання холодної живильної води з контуру циркуляції пароводяної суміші. Даний відомий спосіб також позначають як «WTA (попереднє підігрівання із внутрішнім використанням вторинного тепла)». Завдяки даному процесу попереднього підігрівання в сушарці з використанням вторинної пари, що має великий запас енергії, що виходить із сушильної установки, і використанню пари низького тиску з парового контуру парового котла можна досягнути підвищення ефективності на 4-5 відсотків відносно традиційних технологій електростанцій бурого вугілля. WTA-технологія, наприклад, відома з DE 19518644 C2.

Нарівні з підвищенням ефективності або підвищенням коефіцієнта корисної дії в сучасній технології електростанцій зменшення вивільнення CO₂ грає все значнішу роль. Зменшення вивільнення CO₂ в опалюваних копалинами електростанціях служить не тільки турботі про клімат, але і для підвищення рентабельності виробництва електроенергії. Тому розвиток технологій підвищення коефіцієнта корисної дії електростанцій інтенсивно прискорюється і паралельно удосконалюються способи відділення CO₂ з топкових газів електростанцій для подальшого зберігання CO₂.

У даний час технологією відділення CO₂, що найчастіше застосовується, є хімічне поглинання CO₂, яке порівняно просто можна переобладнати для промислових цілей і яке, разом з тим, є швидко здійсненним. Однак для очищення від CO₂ (газопромивання) необхідні значні витрати енергії, які не є в розпорядженні при виробництві електроенергії, внаслідок чого реалізація хімічного поглинання CO₂ пов'язана з явними втратами коефіцієнта корисної дії.

Прийнятний спосіб відділення CO₂ від промислових топкових (димових) газів відомий, наприклад, з EP 1967249 A1. У даному виданні описане використання очищення топкових газів з процесів отримання електроенергії від CO₂. Описаний там спосіб очищення включає абсорбційне очищення топкових газів в абсорбері водним розчином компонентів, що зв'язують CO₂, а також відгонку насичених CO₂ розчинників в десорбері, в якому розчинник проходить в протитечії до гарячої пари при температурі від 110°C до 130°C. Цю пару виробляють в так званому рибойлері за допомогою нагрівання відгалуженого потоку розчинника за допомогою пари низького тиску. Пару низького тиску з тиском близько 4 бар беруть з обвідної лінії між частинами середнього і низького тиску парової турбіни. При підвищенні температури в десорбері розчинник знову вивільняє CO₂.

Для регенерації розчинника потрібна значна кількість енергії, яку відбирають з частини низького тиску парової турбіни для виробництва електроенергії. При не оптимізованому процесі очищення може потребуватися до 70% кількості пари низького тиску агрегатів електростанції тільки для регенерації розчинника CO₂. Це призводить до того, що тільки запозичення пари низького тиску може зменшити електричний коефіцієнт корисної дії електростанції приблизно на 11 відсотків.

Для поліпшення даного енергобалансу в EP 1967249 A1 пропонують застосовувати при регенерації насиченого CO₂ розчинника компоненти для відгонки, внаслідок чого кількість пари низького тиску, необхідна для отримання відігнаної пари в рибойлері, знижується, що в свою чергу робить відносним вищезазначене зниження коефіцієнта корисної дії.

Незважаючи на те, що способом згідно з EP 1967249 B1 вже досягають значного зниження необхідної кількості пари низького тиску, бажано ще більше знизити споживання пари низького тиску.

Тому в основі даного винаходу лежить задача надати спосіб роботи опалюваної бурим вугіллем паротурбінної установки, а також відповідний пристрій з очищенням топкових газів від CO₂, а саме таких, щоб ще знизити кількість необхідної для даного способу пари низького тиску.

Зокрема, при цьому повинна бути поліпшена здатність регулювання паротурбінної установки для кожного рівня навантаження.

Задача, що лежить в основі винаходу, вирішується за допомогою способу виготовлення паротурбінної установки щонайменше з одним, опалюваним бурим вугіллям, паровим котлом, причому буре вугілля піддають попередньому сушінню, переважно непрямому сушінню в сушарці із псевдозрідженим шаром, яка, щонайменше частково, обігрівается парою з контуру циркуляції пароводяної суміші парового котла, причому даний спосіб відрізняється тим, що топковий газ з парового котла піддають абсорбційному очищенню для відділення CO₂ (промивці) і енергію, необхідну для абсорбційного очищення, щонайменше частково, відбирають із сушіння.

Відповідними способами сушіння згідно зі способом за винаходом є всі способи сушіння, при яких утворюється вторинна пара, наприклад, також механічно-теплове зневоднення.

Згідно зі способом за винаходом таким чином забезпечується, що частина або вся кількість тепла вторинної пари з сушарки із псевдозрідженим шаром використовується для регенерації насиченого CO₂ промивального засобу. По суті, використання тепла вторинної пари з процесу сушіння бурого вугілля є відомим. Існуючі до цих пір варіанти використання тепла вторинної пари включають попереднє підігрівання живильної води котла або конденсату турбіни і/або безпосереднє попереднє підігрівання повітря для горіння за допомогою системи теплообміну. Крім того, можна використовувати тепло вторинної пари в самому сушінні вугілля, як це, наприклад, було описано в DE 103477 B4, після підвищення температури або тиску за допомогою багатоступінчастого стиснення вторинної пари.

Однак використання тепла вторинної пари для підігрівання живильної води або для попереднього підігрівання повітря для горіння має недоліки, які полягають в тому, що використовується тільки частина тепла вторинної пари. Значна частина тепла використовуватися не може. Наприклад, при електростанції з номінальною потужністю 1100 МВт, близько 100 МВт теплової роботи не може використовуватися.

Спосіб за винаходом має, залежно від кількості отриманої з вторинної пари енергії, перевагу не тільки в тому, що менше пари низького тиску повинно відбиратися з обвідної лінії, що йде з частини середнього тиску турбіни до частини низького тиску турбіни, більш того, є, як було згадано вище, також енергетичні переваги.

У переважному варіанті здійснення способу за винаходом передбачено, що залишкове тепло щонайменше частини бурого вугілля вторинної пари, що утворюється при сушінні, застосовують для регенерації насиченого CO₂ розчинника.

Для регенерації насиченого CO₂ розчинника можна застосовувати щонайменше один конденсаційний теплообмінник, в який подається щонайменше частина потоку вторинної пари із сушарки із псевдозрідженим шаром.

Під розчинником згідно з даним винаходом можна також розуміти суміш розчинників. Переважно для відділення CO₂ з топкового газу парового котла має місце описаний в EP 1967249 спосіб, в якому при регенерації насиченого CO₂ розчинника застосовують компоненти для відгонки, зрозуміло з тією відмінністю, що в способі за винаходом необхідну для цього енергію, щонайменше частково, беруть із сушарки із псевдозрідженим шаром.

Для того, щоб забезпечити конденсацію вторинної пари в необхідному для цього теплообміннику, вторинну пару переважно піддають попередньому стисненню до тиску від 3 до 5 бар. Це означає, що тиск вторинної пари за допомогою стиснення вторинної пари підіймають до такого рівня, щоб температура конденсації відповідала приблизно 130°C. Даний спосіб має перевагу відносно можливого використання низькотемпературного тепла з процесу отримання електрики, що полягає в тому, що ніякі особливі заходи не потрібні для зниження точки кипіння розчинника.

Переважно стиснення вторинної пари відбувається за допомогою пари низького тиску з контуру циркуляції пароводяної суміші процесу отримання пари. Альтернативно, одну або декілька стадій стиснення вторинної пари також можна проводити за допомогою електричної енергії.

У переважному варіанті здійснення способу за винаходом передбачено, що частину необхідної для регенерації розчинника CO₂ енергії отримують у вигляді пари низького тиску з контуру циркуляції пароводяної суміші в паровій турбіні. Наприклад, близько 50% необхідної енергії можна отримувати із залишкового тепла бурого вугілля вторинної пари, що утворюється при сушінні. Інші 50% можна отримувати у вигляді пари низького тиску з обвідної лінії, що йде з частини середнього тиску в частину низького тиску парової турбіни.

При сушінні бурого вугілля в сушарці із псевдозрідженим шаром вторинний потік пари, що надходить, може, наприклад, розділятися на дві частини потоку, причому одну частину

вторинної пари стискають і використовують для регенерації насиченого CO₂ розчинника, в той час як іншу частину вторинної пари використовують для попереднього підігрівання живильної води котла або повітря для горіння.

Далі, винахід стосується пристрою отримання пари з бурого вугілля, який включає в себе щонайменше одну сушарку для сушіння бурого вугілля з природною вологістю, щонайменше один, опалюваний висушеним бурим вугіллем, паровий котел і щонайменше одну, встановлену після парового котла, парову турбіну, причому пристрій відрізняється тим, що в ньому передбачено щонайменше один пристрій для очищення від CO₂ топкового газу з парового котла, який включає в себе щонайменше одну абсорбційну колону для насичення розчинника CO₂ з топкового газу і щонайменше одну десорбційну колону для регенерації розчинника, а також щонайменше один призначений для десорбера рибойлер, причому рибойлер приєднаний до виходу вторинної пари з сушарки.

Сушарка переважно виконана у вигляді сушарки із псевдозрідженим шаром.

Під рибойлером згідно з даним винаходом розуміють конденсаційний теплообмінник, який приєднується до низу десорбційної колони, причому в рибойлері гаряча, стиснена приблизно до 4 бар вторинна пара конденсується приблизно при 130°C і віддає своє тепло попередньо підігрітому насиченому CO₂ розчиннику, і приводить цим до вивільнення CO₂ з розчинника.

Переважно між виходом вторинної пари із сушарки із псевдозрідженим шаром і рибойлером передбачений щонайменше ще один компресор вторинної пари. Даний компресор вторинної пари може, наприклад, приводитися в дію паром низького тиску, що підводиться від парової турбіни.

У доцільному варіанті здійснення пристрою за винаходом передбачено, що до десорбера приєднаний щонайменше один другий рибойлер, який підключається до лінії низького тиску контуру циркуляції пароводяної суміші парової турбіни.

Другий рибойлер доцільно приєднувати до обвідної лінії між ділянкою середнього тиску і ділянкою низького тиску парової турбіни.

Винахід роз'яснюється нижче за допомогою представленої на кресленні схеми пристрою. Для спрощення на схемі представлені тільки сушіння бурого вугілля і абсорбційне очищення газу від CO₂. Крім того, не представлені істотні частини паротурбінної установки, як, наприклад, паровий котел, турбіна, регенератор, а також контур циркуляції пароводяної суміші. Дані частини паротурбінної установки є в основному відомими, так само як є відомими варіанти їх з'єднання.

Спосіб за винаходом стосується виготовлення паротурбінної установки, яка включає опалюваний бурим вугіллем паровий котел. Буре вугілля з природною вологістю має вміст вологи приблизно від 45 до 65%, яка знижується сушінням приблизно до від 10 до 25%. Попередньо осушене і відповідно подрібнене буре вугілля подають в паровий котел для спалення. Описаний тут спосіб використовує сушіння бурого вугілля в стаціонарному псевдозрідженому шарі, причому як псевдозріджений засіб застосовують водяну пару або випарену з вугілля воду. Необхідну для сушіння енергію подають у псевдозріджений шар через теплообмінник, який навантажений у псевдозріджений шар. Сушарка із псевдозрідженим шаром позначена на фігурі позицією 1. В її теплообмінник 2 через лінію 3 проміжного відбору пари подається відібрана пара з турбіни. Буре вугілля з природною вологістю спускається з вугільного бункера 4, подрібнюється в одній або декількох млинах 5 і подається в сушарку 1 із псевдозрідженим шаром. У нижньому кінці сушарки 1 із псевдозрідженим шаром висушене буре вугілля збирають, охолоджують і за допомогою одного або декількох млинів ще раз подрібнюють перед подачею в не представлений на фігурі паровий котел. Вторинну пару, що утворюється при сушінні у псевдозрідженому шарі 1, знепилюють в електрофільтрі 6. За електрофільтром 6 першу частину потоку 7 стискають і повертають в сушарку 1 із псевдозрідженим шаром як псевдозрідженим засобом. Друга частина потоку 8 надходить в конденсатор вторинної пари 9, причому тепло конденсації використовують для підігрівання живильної води або повітря для горіння.

Третя частина потоку 10, яка є самою істотною частиною всієї вторинної пари, що утворюється при сушінні, в компресорі 11 стискається до тиску близько 4 бар (абсолютний) і надходить в призначений для десорбційної колони 12 перший рибойлер 13.

Десорбційна колона 12 є частиною описаного нижче абсорбційного очищення газів парового котла від CO₂. Установка очищення топкового газу, що використовується тут, включає щонайменше одну абсорбційну колону (промивну колону) 14, десорбційну колону 12, розташований між абсорбційною колоною 14 і десорбційною колоною 12 теплообмінник 15, який переважно виконаний у вигляді теплообмінника з протитечією, з'єднаний з верхньою частиною десорбційної колони 12 конденсатор 16, з'єднаний з нижньою частиною десорбційної колони 12

перший рибойлер 13, а також з'єднаний з нижньою частиною десорбційної колони 12 другим рибойлер 17.

Відпрацьований газ 18 з парового котла очищають в абсорбційній колоні 14 при низькій температурі (наприклад, від 40°C до 60°C) водним розчином компонента, що зв'язує CO₂ (розчинника). Розчинник, наприклад, може бути сумішшю води з моноетаноламіном.

Після того, як насичений CO₂ розчинник 19 попередньо нагрівається в теплообміннику 15 з протитечією, даний попередньо нагрітий насичений CO₂ розчинник надходить в десорбційну колону (що також позначається як десорбер). Там рідкий розчинник тече вниз десорбційної колони 12 назустріч гарячій парі з температурою від 110°C до 130°C, яка була отримана в рибойлері 13, 17 при нагріванні відгалуженого потоку розчинника. При цій підвищеній температурі розчинник вивільняє CO₂ назад. За десорбційною колонною 12 гаряча суміш CO₂ і водяної пари за допомогою конденсації води розділяється в конденсаторі 16, причому вода потім повертається в процес, а CO₂ надається для консервації або використання. Гарячий бідний вмістом CO₂ розчинник надходить для охолодження в теплообмінник 15 з протитечією для того, щоб потім як охолоджений бідний вмістом CO₂ розчинник знову надходити в цикл очищення. Звільнений від CO₂ топковий газ 18 виходить з абсорбційної колони 14 в її верхньому кінці.

При очищенні топкового газу від CO₂ може знаходити застосування, наприклад, описаний в ЕР 1967249 спосіб з використанням компонента для відгонки. Як компонент для відгонки можна застосовувати представлені на ринку хімікати, які по суті не змішуються з промивальним лужним розчином, практично не реагують з ним і має вищий тиск пари, а також нижчу температуру кипіння, ніж дані промивальні розчини. Наприклад, як компоненти для відгонки беруть до уваги алкани (Alkale), наприклад, фторалкани (Fluoralkale).

Дані заходи служать для пониження температури кипіння розчинника для того, щоб таким чином знизити споживання енергії для регенерації розчинника. Як пара, що впорскується, в десорбційну колону 12 (колону для відгонки легких фракцій) надходить нагріта частина потоку розчинника (суміші розчинників). Дана частина потоку нагрітого розчинника отримується за допомогою рибойлера 13, 17.

Даний винахід не обмежується представленим способом комплектації пристроїв очищення топкових газів згідно з даним прикладом здійснення способу за винаходом, навпаки можливі також інші способи комплектації, наприклад, такі як описані в ЕР 1967249.

Друга частина потоку 8 вторинної пари може альтернативно повністю використовуватися для регенерації розчинника. Попереднє підігрівання живильної води котла або повітря для горіння може відбуватися за допомогою повернення конденсату вторинної пари з рибойлера 13.

Згідно зі способом за винаходом, інакше, ніж в рівні техніки, частину пари, що впорскується, отримують за допомогою першого опалюваного вторинною парою рибойлера 13. Крім цього, третя частина потоку 10 вторинної пари із сушарки 1 із псевдозрідженим шаром стискується в компресорі 11 вторинної пари до тиску близько 4 бар і в першому рибойлері 13 в найбільшій мірі конденсується, а саме при температурі приблизно 130°C. Залежно від конструктивного рішення близько 50% необхідної для регенерації розчинника енергії може надходити від вторинної пари, що утворюється при попередньому підігріванні. Залишена кількість енергії згідно зі способом за винаходом надходить через другий рибойлер 17, який приводиться в дію відомим способом за допомогою пари низького тиску з обвідної лінії 20 між ділянкою середнього тиску і ділянкою низького тиску парової турбіни.

Дана пара низького тиску надходить в розпорядження при тиску 4 бар і відповідній температурі, внаслідок чого підготовка даної пари, як правило, не потрібна.

Перший і другий рибойлери 13, 17 використовуються паралельно при приблизно однакових умовах. Вони з'єднані у представленому варіанті здійснення паралельно. Переважно регулюється, яка частина необхідної пари, що впорскується, якому рибойлеру 13, 17 надається в розпорядження.

При цьому переважно, зокрема, щоб рибойлери 13, 17 працювали при однаковій температурі конденсації.

Спосіб за винаходом має переваги в тому, що таким чином явно скорочується необхідна для регенерації промивального засобу для CO₂ кількість пари низького тиску, що надходить з турбіни в рибойлер, що таким чином високоефективна турбіна низького тиску з відділенням CO₂ під час періоду експлуатації сприяє більшому виробництву електроенергії, що більше конденсату (при нижчій температурі) утворюється після турбіни, який знову використовується як джерело тепла для низькотемпературного тепла, що інакше не могло б використовуватися, із процесу отримання електроенергії або з установки очищення CO₂, що загалом коефіцієнт корисної дії отримання електроенергії з висушеного бурого вугілля з відділенням CO₂

поліпшується, що при цьому забезпечується або поліпшується можливість застосування генеруючих струм елементів електростанції з інтегрованим відділенням CO₂, що гарантується здатність регулювання процесу отримання електричного струму за допомогою забезпечення достатньої кількості пари низького тиску в ND-частині турбіни і протидія гарячому вентилуванню турбіни і що за необхідності можна уникати звичайно необхідної модифікації турбіни внаслідок низького завантаження парою.

Список умовних позначень

1 Сушарка із псевдозрідженим шаром

2 Теплообмінник

3 Лінія проміжного відбору пари

4 Вугільний бункер

5 Млини

6 Електрофільтр

7 Перша частина потоку вторинної пари

8 Друга частина потоку вторинної пари

9 Конденсатор вторинної пари

10 Третя частина потоку вторинної пари

11 Компресор вторинної пари

12 Десорбційна колона

13 Перший рибойлер

14 Абсорбційна колона

15 Теплообмінник

16 Конденсатор

17 Другий рибойлер

18 Топковий газ

18' Топковий газ

19 Розчинник

20 Обвідна лінія

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб роботи паротурбінної установки щонайменше з одним паровим котлом, що обігрівается бурим вугіллям, при якому буре вугілля піддають непрямому сушінню в сушарці із псевдозрідженим шаром, яка, щонайменше частково, обігрівается паром з контуру циркуляції пароводяної суміші парового котла, причому топковий газ з парового котла піддають абсорбційному очищенню для відділення CO₂ і необхідну для абсорбційного очищення енергію відбирають, щонайменше частково, з процесу сушіння, при цьому залишкове тепло щонайменше частини бурого вугілля вторинної пари, що утворюється при сушінні бурого вугілля, застосовують для регенерації насиченого CO₂ розчинника, причому для регенерації насиченого CO₂ розчинника застосовують щонайменше один конденсаційний теплообмінник, в який надходить щонайменше частина потоку вторинної пари з процесу сушіння, при цьому вторинну пару, що подається в конденсаційний теплообмінник, стискають до тиску від 3 до 5 бар (абсолютний).

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що вторинну пару, що подається в конденсаційний теплообмінник, стискають до тиску 4 бар (абсолютний).

3. Спосіб за п. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що стиснення вторинної пари проводять за допомогою пари низького тиску з контуру циркуляції пароводяної суміші процесу отримання пари.

4. Спосіб за одним із пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що частину необхідної для регенерації розчинника енергії відбирають у вигляді пари низького тиску з контуру циркуляції пароводяної суміші в паровій турбіні.

5. Пристрій для отримання пари з бурого вугілля, що включає щонайменше одну сушарку для сушіння бурого вугілля з природною вологістю, щонайменше один опалюваний висушеним бурим вугіллям паровий котел, щонайменше одну встановлену після парового котла парову турбіну, який **відрізняється** тим, що він має щонайменше один пристрій для очищення топкового газу з парового котла від CO₂, що включає в себе щонайменше одну абсорбційну колону для насичення розчинника CO₂ з топкового газу, щонайменше одну десорбційну колону для регенерації розчинника і щонайменше один приєднаний до низу десорбційної колони рибойлер як конденсаційний теплообмінник для регенерації насиченого CO₂ розчинника, причому рибойлер приєднаний до виходу вторинної пари із сушарки, при цьому між виходом

вторинної пари із сушарки і ребойлером передбачений щонайменше один компресор вторинної пари.

6. Пристрій за п. 5, який **відрізняється** тим, що сушарка виконана у вигляді сушарки із псевдозрідженим шаром.

5 7. Пристрій за п. 5 або 6, який **відрізняється** тим, що для десорбційної колони призначений щонайменше один другий ребойлер, який підключений до лінії низького тиску контуру циркуляції пароводяної суміші.

8. Пристрій за п. 7, який **відрізняється** тим, що другий ребойлер підключений до обвідної лінії між частиною середнього тиску і частиною низького тиску парової турбіни.

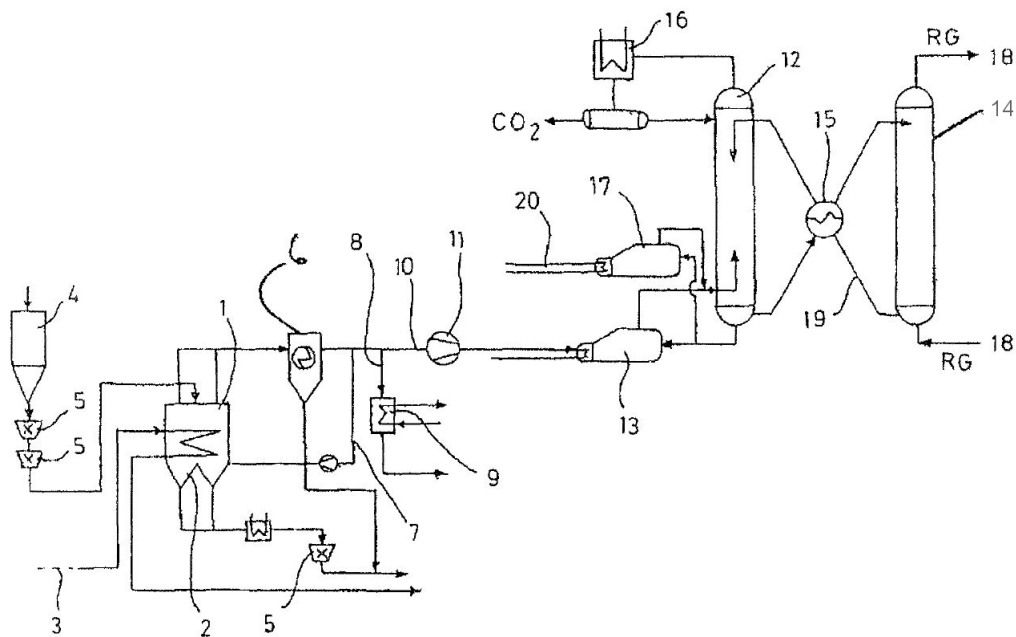


Fig.

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