

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

29 434

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

F23N 5/18 (2006.01)

F23N 5/02 (2006.01)

F23N 5/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2015-31892**

(22) Přihlášeno: **14.12.2015**

(47) Zapsáno: **16.05.2016**

(73) Majitel:
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta
strojní, Ústav energetiky, Praha 6, CZ

(72) Původce:
doc. Ing. Bukovský Ivo, Ph.D., Praha 10, CZ
Ing. Jan Hrdlička, Ph.D., Roztoky, CZ
doc. Ing. Tomáš Dlouhý, CSc., Praha 5, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Václav Kratochvíl, Husníková 2086/22, 158 00
Praha 5

(54) Název užitého vzoru:
**Systém pro řízení fluidního kotle v režimu
oxyfuel**

CZ 29434 U1

Systém pro řízení fluidního kotle v režimu oxyfuel

Oblast techniky

Technické řešení se týká systému pro řízení fluidního kotle v režimu oxyfuel, zejména u kotle na pevná paliva s fluidní vrstvou, kde se pro spalování používá místo spalovacího vzduchu okysli-
 5 čovadlo s vyšším podílem kyslíku, teoreticky až čistý kyslík.

Dosavadní stav techniky

Technologie oxyfuel spalování ve stacionární fluidní vrstvě je nová technologie ve fázi výzkumu, pro kterou ještě nejsou vyřešeny metody automatického řízení základních parametrů oxyfuel spalovacího procesu a ani nejsou známy spolehlivé matematicko-fyzikální modely oxyfuel spalo-
 10 vacího procesu, na jejichž základě by bylo možné řízení realizovat. Fluidační poměry, výslednou teplotu fluidní vrstvy, a koncentrace nejdůležitějších plynných produktů spalování CO_2 a O_2 u konkrétního zařízení s aktuálním palivem, jehož kvalita se mění a není v provozu ani přesně známa, nelze dodnes spolehlivě namodelovat obecně platným modelem na základě matematicko-fyzikálních analýz. Vzhledem k těmto problémům je alternativní možnost využívat reálná pro-
 15 vozní data pro natrénování dočasně platných adaptivních modelů a využívat tyto modely při řízení a regulaci oxyfuel spalovacího procesu ve fluidní vrstvě.

Podstata technického řešení

Výše uvedené nedostatky jsou do značné míry odstraněny systémem pro řízení fluidního kotle v režimu oxyfuel, podle tohoto technického řešení. Jeho podstatou je to, že na místě vstupu paliva
 20 je kotel opatřen akčním prvkem, který je propojen s výpočetním zařízením opatřeným vstupem žádaných hodnot a dalším vstupem parametrů odhadnutých statických charakteristik a/nebo parametrů odhadnutých charakteristik trendů regulovaných veličin z bloku natrénovaných neuronových modelů z reálných dat. Dále je ke kotli připojen snímač regulovaných veličin, vybraných ze skupiny snímač rychlosti fluidace a/nebo snímač teploty fluidní vrstvy a/nebo snímač koncent-
 25 trace CO_2 ve spalínách a/nebo snímač koncentrace O_2 ve spalínách, propojený s blokem.

Mezi snímačem regulovaných veličin a blokem je s výhodou umístěn opravný blok pro odstranění vadných hodnot akčního prvku a/nebo filtrační blok pro potlačení šumu a nekorelovaných dějů mezi akčními zásahy a regulovanými veličinami. Akční prvek je ve výhodném provedení propojen s přívodem recirkulovaných spalín a/nebo přívodem kyslíku a/nebo přívodem paliv.

Technické řešení spočívá ve využití měřených vstupních a výstupních provozních veličin speci-
 30 fických pro oxyfuel spalovací proces ve fluidní vrstvě pro získání prediktivních modelů, na jejichž základě se budou odhadovat dočasné statické charakteristiky, a tak nastavovat základní parametry oxyfuel spalovacího procesu ve fluidní vrstvě. Použité akční zásahy jsou zejména: množství recirkulovaných spalín, přiváděné množství kyslíku, přiváděné množství paliva, a pří-
 35 padně další související akční zásahy, jako je např. množství odváděného materiálu fluidní vrstvy, množství zpětné recyklace inertního materiálu nebo množství přiváděného sorbentu pro aditivní odsiřování.

Předmětem předkládaného řešení jsou zejména regulované veličiny, které jsou specifické pro oxyfuel spalovací proces ve fluidní vrstvě, a to zejména: rychlost fluidace, teplota fluidní vrstvy,
 40 koncentrace CO_2 ve spalínách, koncentrace O_2 ve spalínách a případně další související regulované veličiny, který jsou např. koncentrace dalších znečišťujících látek - CO , NO_x , SO_2 nebo tlaková ztráta fluidní vrstvy.

Modely na bázi neuronových sítí jsou trénovány z výše uvedených dat. Tato data jsou získána buďto z předchozích měřených stavů, nebo při nemožnosti jejich využití či podle potřeby,
 45 z aktuálních dat měřených na právě probíhajícím procesu.

Z těchto dat se vytváří dočasné modely regulovaných veličin, na jejichž základě se odhadují aktuální charakteristiky oxyfuel spalovacího procesu ve fluidní vrstvě, tj. odhadují se statické cha-

rakteristiky, tj. závislosti ustálených stavů regulovaných veličin na akčních zásazích, případně charakteristiky okamžitých trendů regulovaných veličin v závislosti na akčních zásazích.

5 Konkrétní kroky řešení jsou zejména natrénování neuronových modelů jako dočasně platných modelů vlivu akčních zásahů na regulované veličiny, sestavení statických charakteristik a charakteristik trendů regulovaných veličin v závislosti na jednotlivých akčních zásazích za pomoci neuronových modelů, pokud tyto modely nepředstavují statické nebo trendové charakteristiky rovnou, a nastavení nových akčních zásahů na základě vyhodnocení aktuálních statických a případně trendových charakteristik s ohledem na aktuální žádané hodnoty. Toto vyhodnocení je možné provést algoritmicky na základě kritériálního vyhodnocení nebo expertním pravidlovým systémem.

Objasnění výkresu

Systém pro řízení fluidního kotle v režimu oxyfuel podle tohoto technického řešení bude podrobněji popsán na konkrétním příkladu provedení s pomocí přiloženého výkresu, kde je na Obr. 1 znázorněno schéma příkladného řešení.

15 Příklad uskutečnění technického řešení

Princip i příklad technického řešení je ukázán a zároveň i demonstrován na Obr. 1, kde první blok představuje fluidní kotel 1, další blok jsou hodnoty akčních zásahů akčního prvku 7 definovaných výše a v dalším bloku jsou hodnoty regulovaných veličin definovaných výše snímačem 8.

20 V opravném bloku 2 se realizuje odstranění vadných hodnot akčních zásahů akčního prvku 7 a regulovaných veličin snímačem 8, včetně např. výpadků senzorů, apod. Další opravný blok 9 představuje opravené hodnoty akčních zásahů a ještě další opravný blok 10 uvádí opravené hodnoty regulovaných veličin. Filtrační blok 3 provádí filtraci pro potlačení šumu a nekorelovaných dějů mezi akčními zásahy a regulovanými veličinami, například metodami Analýza hlavních komponent - Principal Component Analysis (PCA) nebo Singulární rozklad - Singular Value Decomposition (SVD).

25 Opravný blok 2 a filtrační blok 3 jsou nezávisle na sobě volitelné, tj. nemusí být nutně implementovány a jejich pořadí je zaměnitelné, tj. filtrační blok 3 může v některých případech předcházet opravný blok 2. Blok 4 představuje natrénování neuronových modelů jako dočasně platných statických charakteristik kotle 1 pro odhad závislostí ustálených regulovaných veličin na akčních zásazích, nebo alespoň pro odhad trendů regulovaných veličin v závislosti na akčních zásazích. Jako neuronové modely jsou použity lineární modely a při nedosažení vyhovující přesnosti natrénování a testování pro naměřená data, lze nasadit například polynommické neuronové modely s kvadratickou nelinearitou, které jsou nelineární modely, nicméně lineární v parametrech. Tím mají oproti konvenčním neuronovým sítím tu výhodu, že jejich trénování, tj. optimalizace, je lineární úloha - v případě příliš velkého počtu prvků stavového vektoru lze například použít neuronovou síť typu MLP (vícevrstvá perceptronová síť), která už ale není lineární v parametrech. Trénovacím algoritmem může být například algoritmus Levenberg-Marquardt nebo Resilient Backpropagation.

30 Na dalším vstupu 13 jsou parametry odhadnutých statických charakteristik, nebo parametry odhadnutých charakteristik trendů regulovaných veličin, případně obojí, které společně s žádanými hodnotami na vstupu 6 vstupují do výpočetního zařízení 5. Výpočetní zařízení 5 potom provádí výpočet nových akčních zásahů algoritmicky na základě kritériálního vyhodnocení nebo expertním pravidlovým systémem tak, aby nové akční zásahy na základě odhadnutých charakteristik v bloku 4 zajišťovaly splnění uživatelsky volitelného kritéria pro dosažení žádaných hodnot na vstupu 6, nebo alespoň přiblížení se jejich optimální konfiguraci.

Průmyslová využitelnost

Systém pro řízení fluidního kotle v režimu oxyfuel podle tohoto technického řešení nalezne uplatnění při stavbě nových nebo retrofitech stávajících kotlů s fluidní vrstvou, kde bude aplikována oxyfuel technologie např. pro zachyt CO_2 ze spalin.

5

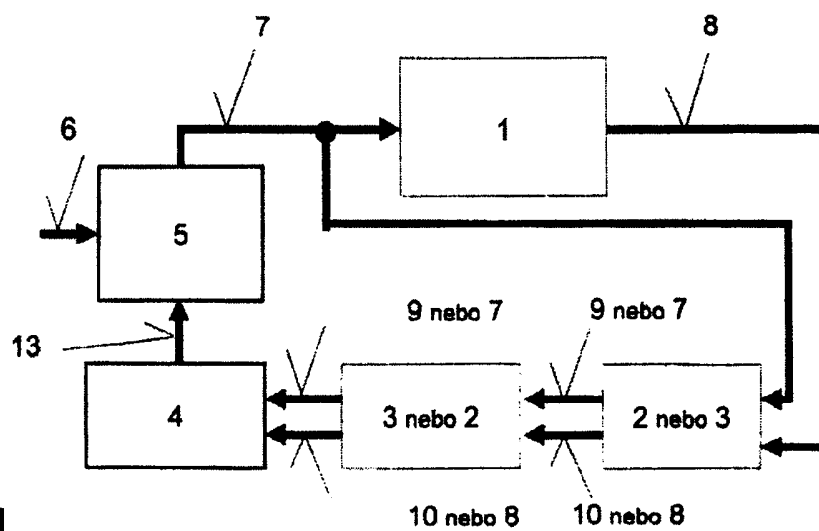
NÁROKY NA OCHRANU

1. Systém pro řízení fluidního kotle (1) v režimu oxyfuel, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že na místě vstupu paliva je kotel (1) opatřen akčním prvkem (7), který je propojen s výpočetním zařízením (5) opatřeným vstupem (6) žádaných hodnot a dalším vstupem (13) parametrů odhadnutých statických charakteristik a/nebo parametrů odhadnutých charakteristik trendů regulovaných veličin z bloku (4) natrénovaných neuronových modelů z reálných dat, a dále je ke kotli (1)

10 připojen snímač (8) regulovaných veličin, vybraných ze skupiny rychlost fluidace, teplota fluidní vrstvy, koncentrace CO_2 ve spalinách a koncentrace O_2 ve spalinách, propojený s blokem (4).
2. Systém podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že mezi snímačem (8) regulovaných veličin a blokem (4) je umístěn opravný blok (2) pro odstranění vadných hodnot akčního

15 prvku (7) a/nebo filtrační blok (3) pro potlačení šumu a nekorelovaných dějů mezi akčními zásahy a regulovanými veličinami.
3. Systém podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že akční prvek (7) je propojen s přívodem recirkulovaných spalin a/nebo přívodem kyslíku a/nebo přívodem paliva.

1 výkres



Obr. 1

Konec dokumentu