

Οργανισμός
Βιομηχανικής
Ιδιοκτησίας (OBI)



(21) Αριθμός αίτησης:

GR 20170100513

(12)

ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΥΡΕΣΙΤΕΧΝΙΑΣ (B)

(47) Ημ/νία Δημοσίωσης: **04.04.2019**

(51) Διεθνής Ταξινόμηση (Int. Cl.):

(11) Αριθμός Χορήγησης: **1009502**

B01D 53/62 (2018.01)

B01D 53/81 (2018.01)

(22) Ημ/νία Κατάθεσης: **13.11.2017**

B01J 8/00 (2018.01)

(45) Ημ/νία Δημοσίευσης της Χορήγησης:
24.05.2019 ΕΔΒΙ 4/2019

(73) Δικαιούχος (οί):

**ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (ΕΚΕΤΑ)/ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΧΗΜΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ
ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ (ΙΔΕΠ);** 6ο χλμ. Χαριλάου/
Θέρμης, 57001 ΘΕΡΜΗ (ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ) - GR.

(71) Αρχικός (οί) Καταθέτης (ες):

**ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (ΕΚΕΤΑ)/ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΧΗΜΙΚΩΝ
ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ (ΙΔΕΠ);** 6ο χλμ.
Χαριλάου/Θέρμης, 57001 ΘΕΡΜΗ (ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ) - GR.

(74) Πληρεξούσιος:

ΜΑΡΔΥΡΗ ΣΟΦΙΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ; Εθν. Αντιστάσεως 7Α, 55134
ΚΑΛΑΜΑΡΙΑ (ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ).

(72) Εφευρέτης (ες):

ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ ΙΩΑΝΝΗ; , GR.

(54) Τίτλος (Ελληνικά)

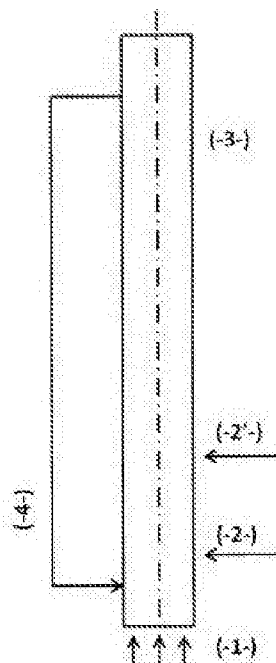
**ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΑΞΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΩΝ ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΚΛΙΝΗΣ ΠΟΥ ΔΕΣΜΕΥΟΥΝ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ
ΑΝΘΡΑΚΑ ΜΕ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟ ΤΗ ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΕΓΧΥΣΗΣ ΤΟΥ ΣΤΕΡΕΟΥ ΔΕΣΜΕΥΤΗ**

(54) Τίτλος (Αγγλικά)

**METHOD AND ARRANGEMENT FOR THE IMPROVEMENT OF FLUIDIZED BED REACTORS CAPTURING CARBON DIOXIDE BY
SPATIAL DISTRIBUTION OF THE SOLID SORBENT INJECTION**

(57) Περίληψη

Η εφεύρεση αναφέρεται στη βελτιστοποίηση αντιδραστήρων ρευστοποιημένης κλίνης που χρησιμοποιούνται για τη δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα από καυσαέρια. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιων μονάδων είναι οι αντιδραστήρες ενανθράκωσης. Η νέα μέθοδος επιτυγχάνει να αυξήσει το ποσοστό δέσμευσης του διοξειδίου του άνθρακα μέσω της διαμόρφωσης του εισερχόμενου ρεύματος του αναζωογονημένου δεσμευτή, έτσι ώστε να εισάγεται κατά ύψος του αντιδραστήρα ενανθράκωσης από πολλαπλά σημεία. Στη νέα μέθοδο ο αναζωογονημένος δεσμευτής δεν εισέρχεται αποκλειστικά από ένα άνοιγμα στον αντιδραστήρα αλλά από πολλαπλά ανοίγματα, είτε σε διαφορετικά ύψη είτε στο ίδιο ύψος, είτε με συνδυασμό αυτών, ενισχύοντας την καλύτερη ανάμιξη του αναζωογονημένου δεσμευτή με το υπό δέσμευση αέριο του διοξειδίου του άνθρακα. Η νέα μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί και σε άλλες τεχνολογίες δέσμευσης διοξειδίου του άνθρακα που βασίζονται στην τεχνολογία ρευστοποιημένων κλινών με χρήση στερεών κοκκωδών σωματιδίων.



GR 20170100513 GR 1009502

Περιγραφή

Μέθοδος και διάταξη βελτιστοποίησης αντιδραστήρων ρευστοποιημένης κλίνης που δεσμεύουν διοξείδιο του άνθρακα με παράμετρο τη χωρική κατανομή της έγχυσης του στερεού δεσμευτή

Η εφεύρεση αφορά ένα τρόπο αύξησης της απόδοσης αντιδραστήρων ρευστοποιημένων κλινών που χρησιμοποιούνται για τη δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα από βιομηχανικά καυσαέρια (π.χ. ατμοηλεκτρικούς σταθμούς, τσιμεντοβιομηχανία κ.α.) που βασίζονται σε κάποιο στερεό δεσμευτή (π.χ. οξείδιο του ασβεστίου).

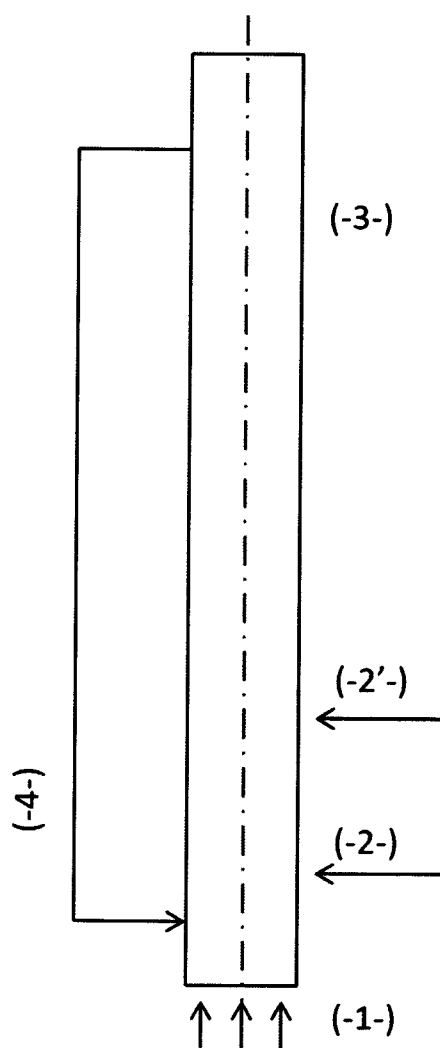
- 5 Οι τεχνολογίες δέσμευσης διοξειδίου του άνθρακα με στερεό δεσμευτή έχουν προταθεί εδώ και πολλά χρόνια (π.χ. τεχνολογία ενανθράκωσης – ασβεστοποίησης 1999) ως λύση για την δραστική μείωση των αντίστοιχων εκπομπών από ατμοηλεκτρικούς σταθμούς αλλά και άλλων ενεργοβόρων βιομηχανιών.
- 10 Η τεχνολογία της δέσμευσης διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) μέσω επαναληπτικών κύκλων ασβεστοποίησης – ενανθράκωσης χρησιμοποιεί την ικανότητα του οξειδίου του ασβεστίου να δεσμεύει και να απελευθερώνει το διοξείδιο του άνθρακα, σε διαφορετικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. Η δέσμευση και η απελευθέρωση του αερίου γίνεται σε δύο διαφορετικούς αντιδραστήρες, τον ενανθρακωτή (δέσμευση) και τον ασβεστοποιητή (απελευθέρωση του διοξειδίου του άνθρακα και αναζωογόνηση του δεσμευτή). Ο σωστός σχεδιασμός ενός
- 15 ενανθρακωτή επιτρέπει την δέσμευση ενός μεγάλου ποσοστού του εισερχόμενου διοξειδίου του άνθρακα. Λόγω της δέσμευσης από τους κόκκους οξειδίου του ασβεστίου (CaO) παράγεται στερεός κοκκώδης ασβεστόλιθος (CaCO_3), ο οποίος αναζωογονείται στον αντιδραστήρα ασβεστοποίησης με την πρόσδοση θερμότητας.
- 20 Η σύζευξη των δύο μονάδων είναι συνεχής και αυτό επιτυγχάνεται μέσω κατάλληλης σύνδεσης των δύο μονάδων διαμέσου μηχανικών ή πνευματικών βαλβίδων δημιουργώντας έτσι ένα ολοκληρωμένο σύστημα συζυγών κλινών. Τέτοια συστήματα έχουν επιτυχώς διερευνηθεί πειραματικά σε διατάξεις όπως αυτή των Πανεπιστημίων της Στουτγάρδης, του Ντάαρμσταντ και άλλες.
- 25 Με βάση το συμβατικό σχεδιασμό μονάδων ενανθράκωσης, η εισαγωγή του στερεού δεσμευτή γίνεται σε ένα και μοναδικό σημείο καθ' ύψος του αντιδραστήρα, ενώ τα καυσαέρια με το υπό δέσμευση CO_2 εισέρχονται από το κάτω μέρος του αντιδραστήρα διαμέσου κάποιου διασκορπιστήρα. Η αποδοτικότητα της δέσμευσης ορίζεται ως ο λόγος της δεσμευόμενης ποσότητας CO_2 ανά μονάδα χρόνου που κατακρατείται από το δεσμευτή, προς τη συνολική παροχή του CO_2 που εισέρχεται στον εν λόγω αντιδραστήρα. Μέχρι στιγμής η βελτιστοποίηση της
- 30 απόδοσης του αντιδραστήρα ενανθράκωσης σχετίζεται κυρίως με τον έλεγχο της θερμοκρασίας, την υδροδυναμική της κλίνης και την τροφοδοσία αναζωογονημένου δεσμευτή.
- 35 Η νέα μέθοδος επιτυγχάνει να αυξήσει το ποσοστό δέσμευσης του διοξειδίου του άνθρακα του αντιδραστήρα ενανθράκωσης χωρίς να είναι απαραίτητη προϋπόθεση η αύξηση της ποσότητας του εισερχόμενου αναζωογονημένου στερεού δεσμευτή ή της δραστικότητας του. Η αύξηση επιτυγχάνεται για τις ίδιες κύριες συνθήκες πίεσης, θερμοκρασίας και για την ίδια ποσότητα εισερχόμενου διοξειδίου του άνθρακα και για την ίδια αρχική συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στα καυσαέρια. Αυτή η αύξηση επιτυγχάνεται με τη νέα μέθοδο μέσω της χωρικής διαμοίρασης της εισαγωγής του δεσμευτή. Διαμοιράζοντας τον αναζωογονημένο δεσμευτή που παράγεται στον αντιδραστήρα ασβεστοποίησης σε διαφορετικά ύψη / θέσεις στον αντιδραστήρα
- 40 ενανθράκωσης, επιτυγχάνονται ευεργετικά αποτελέσματα όσον αφορά στην αποδοτικότητα της δέσμευσης του διοξειδίου του άνθρακα. Η ίδια τεχνική μπορεί να επιτευχθεί και σε άλλες τεχνολογίες δέσμευσης διοξειδίου του άνθρακα που χρησιμοποιούν στερεούς κοκκώδεις δεσμευτές.

Η βελτιστοποίηση της δέσμευσης του διοξειδίου του άνθρακα επιτυγχάνεται διαμοιράζοντας χωρικά καταλλήλως το εισερχόμενο ρεύμα του αναζωογονημένου δεσμευτή έτσι ώστε να εισάγεται στον αντιδραστήρα από πολλαπλά σημεία.

- Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1, ο αντιδραστήρας ρευστοποιημένης κλίνης ανακυκλοφορίας τυπικά τροφοδοτείται μέσω ενός διασκορπιστήρα με καυσαέρια από τα οποία πρέπει να διαχωριστεί μέσω δέσμευσης το διοξείδιο του άνθρακα. Το εισερχόμενο καυσαέριο ρεύμα απεικονίζεται με το σύμβολο -1- στο σχήμα 1. Εντός της ρευστοποιημένης κλίνης ενανθράκωσης, που απεικονίζεται από το σύμβολο -3- αναδεδύονται, εξαιτίας της ροής καυσαερίου, στερεά κοκκώδη σωματίδια με σύσταση οξειδίου του ασβεστίου και ασβεστόλιθου (CaO και CaCO_3). Το οξείδιο του ασβεστίου δεσμεύει το διοξείδιο του άνθρακα και μετατρέπεται σε ασβεστόλιθο. Η μονάδα τροφοδοτείται συνεχώς από ένα ρεύμα αναζωογονημένου δεσμευτή. Το ρεύμα αυτό απεικονίζεται με το σύμβολο -2-. Η εισαγωγή του ρεύματος αυτού γίνεται διαμέσου ενός ανοίγματος ή περισσότερων υπο-ανοιγμάτων (ανοίγματα που βρίσκονται πολύ κοντά το ένα στο άλλο και διαμοιράζουν ισόποσα την παροχή του εν λόγω ρεύματος) στον αντιδραστήρα ρευστοποιημένης κλίνης (-3-). Το πρωτεύον αυτό ρεύμα προέρχεται από τον αντιδραστήρα ασβεστοποίησης. Το μείγμα στερεών CaO και CaCO_3 που βρίσκονται εντός του αντιδραστήρα, παρασύρεται εν μέρει από το αέριο και οδηγείται εκτός του αντιδραστήρα όπου διαχωρίζονται τα στερεά από τα αέρια (συνήθως μέσω ενός ή περισσότερων κυκλώνων), ενώ μέρος των στερεών επιστρέφεται μέσω του συστήματος ανακυκλοφορίας (εσωτερική ανακυκλοφορία στερεών που συμβολίζεται με το σύμβολο -4-) στο κάτω μέρος του αντιδραστήρα.
- Το ρεύμα κοκκωδών στερεών που έρχεται από τον αντιδραστήρα ασβεστοποίησης ενώ συμβατικά εισέρχεται στον αντιδραστήρα ενανθράκωσης μέσω ενός ανοίγματος, με τη νέα μέθοδο προτείνεται η διαμοίρασή του σε περισσότερα ρεύματα. Η διαμοίραση αυτής της ποσότητας σε περισσότερα του ενός ανοίγματα [πρωτεύον (-2-) και δευτερεύον (-2'-) ρεύματα] εισαγωγής στην μονάδα οδηγεί σε αύξηση της απόδοσης όσον αφορά στη δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα σε σύγκριση με την εφαρμοζόμενη τακτική που αναφέρεται στη στάθμη προηγούμενης τεχνικής, όπου η εισαγωγή γίνεται αποκλειστικά από ένα άνοιγμα. Η μέτρηση της αποτελεσματικότητας ενός τέτοιου σχεδιασμού διακριβώθηκε με ακριβή ως προς τις προλέςεις τους αριθμητικά εργαλεία για την περίπτωση ενός ενανθρακωτή (carbonator) δυναμικότητας 1MW_{th} . Σε αυτή την περίπτωση για το σενάριο αναφοράς όπου όλος ο αναζωογονημένος δεσμευτής εισέρχεται από ένα σημείο προλέγεται ποσοστό δέσμευσης 87.03%, ενώ η νέα μέθοδος της χωρικής διαμοίρασης του αναζωογονημένου δεσμευτή επιτυγχάνει σημαντική αύξηση της απόδοσης (89.64%). Η αύξηση της απόδοσης προκύπτει ως αποτέλεσμα της καλύτερης ανάμιξης και μεγαλύτερου χρόνου αλληλεπίδρασης του αναζωογονημένου δεσμευτή με καυσαέρια ιδιαίτερα στην περιοχή της κύριας ανάμιξης αυτών. Στο συγκεκριμένο ενανθρακωτή δυναμικότητας 1MW_{th} ο αναζωογονημένος δεσμευτής εισήλθε στον αντιδραστήρα από δύο ανοίγματα σε διαφορετικό ύψος. Η νέα μέθοδος, στη γενικότητά της, μπορεί να εφαρμοστεί με πολλαπλά ανοίγματα ποικίλης γεωμετρίας έγχυσης σε διαφορετικά ύψη, είτε σε διαφορετικά σημεία για το ίδιο ύψος του αντιδραστήρα.

Αξιώσεις

1. Μέθοδος εισαγωγής στερεού δεσμευτή σε αντιδραστήρα ενανθράκωσης τύπου ρευστοποιημένης κλίνης ανακυκλοφορίας. Η μέθοδος χαρακτηρίζεται από την έγχυση του δεσμευτή, μέσω δύο κύριων ανοιγμάτων και με διαμοίραση του δεσμευτή σε επιμέρους ποσοστά αυτών, με εύρος από 65%-90% (για το πρωτεύον ρεύμα) και αντίστοιχα 35%-10% (για το δευτερεύον).
2. Μέθοδος σύμφωνα με την αξίωση 1, όπου τα δύο ρεύματα, πρωτεύον και δευτερεύον, εισάγονται το καθένα με παραπάνω του ενός ανοίγματα (υπο-ανοίγματα).
3. Διάταξη για την εισαγωγή του στερεού δεσμευτή στη ρευστοποιημένη κλίνη σύμφωνα με τη αξίωση 1, που χαρακτηρίζεται από δύο ανοίγματα (-2-, -2'-) τετραγωνικής διατομής που βρίσκονται σε απόσταση μεταξύ των τουλάχιστον 1 μέτρου (είτε σε κατακόρυφη είτε σε οριζόντια απόσταση).
4. Διάταξη σύμφωνα με την αξίωση 3 χαρακτηριζόμενη από γεωμετρίες έγχυσης, διαφορετικές της τετραγωνικής διατομής (π.χ. κυκλικές, μη ορθογώνιες ή/και άλλες).
5. Διάταξη σύμφωνα με τις αξιώσεις 3 και 4 όπου το πρωτεύον και το δευτερεύον ρεύμα εισέρχονται το καθένα μέσω παραπάνω του ενός υπο-ανοιγμάτων τα οποία βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη του 1 μέτρου μεταξύ των.
6. Χρήση της προτεινόμενης μεθόδου σε αντιδραστήρες ενανθράκωσης τύπου ρευστοποιημένης κλίνης.
7. Χρήση σύμφωνα με την αξίωση 6, που χαρακτηρίζεται από την εφαρμογή της μεθόδου σε άλλες μονάδες τεχνολογίας ρευστοποίησης πλην της ρευστοποιημένης κλίνης ανακυκλοφορίας, όπως για παράδειγμα των αναβραζουσών ρευστοποιημένων κλινών.
8. Χρήση της μεθόδου σε άλλες τεχνολογίες δέσμευσης διοξειδίου του άνθρακα, πλην της τεχνολογίας κύκλων ασβεστοποίησης ενανθράκωσης, όπου ο αντιδραστήρας δέσμευσης του διοξειδίου του άνθρακα είναι τύπου ρευστοποιημένης κλίνης με τη χρήση κοκκώδους στερεού δεσμευτή.



Σχήμα 1



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ
(Ο.Β.Ι.)

ΕΚΘΕΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

Αριθμός αίτησης
20170100513

ΕΓΓΡΑΦΑ ΘΕΩΡΟΥΜΕΝΑ ΩΣ ΣΧΕΤΙΚΑ			
Κατηγορία	Σχετικό έγγραφο με επισήμανση, όπου χρειάζεται, των σχετικών παραγράφων	Σχετικό με αξίωση	Διεθν. Ταξινόμηση Int. Cl. 01/01/2018(AL)
A	EP2644257 A1 / ALSTOM TECHNOLOGY LTD 02.10.2013 *ολόκληρο το έγγραφο*	1-8	
A	US3661558 A / HEATH et al. 09.05.1972 *ολόκληρο το έγγραφο*	1-8	B01D 53/62 B01D 53/81 B01J 8/00
A	EP2438978 A1 / COMRIE DOUGLAS C. 11.04.2012 *ολόκληρο το έγγραφο*	1-8	
Τα αναφερόμενα έγγραφα 'έχουν σταλεί στον πληρεξούσιο Δικηγόρο.			Τεχνικά πεδία που ερευνήθηκαν
			B01D B01J Y02C10/04
Ημερομηνία περάτωσης της έρευνας : 07/12/2018			
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΗΛΟΥΜΕΝΩΝ ΕΓΓΡΑΦΩΝ			
X: ιδιαίτερα σχετικό αν ληφθεί μεμονωμένα Y: ιδιαίτερα σχετικό αν συνδυαστεί με άλλο έγγραφο της ίδιας κατηγορίας A: τεχνολογικό υπόβαθρο O: μη έγγραφη αποκάλυψη P: ενδιάμεσο έγγραφο			
T: βασική θεωρία ή αρχή στην οποία βασίζεται η εφεύρεση E: προγενέστερο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας, το οποίο δημοσιεύτηκε την ημερομηνία κατάθεσης ή μετά από αυτήν D: έγγραφο αναφερόμενο στην αίτηση L: έγγραφο αναφερόμενο για άλλους λόγους Ξ: μέλος της ίδιας οικογένειας ευρεσιτεχνιών, αντίστοιχο έγγραφο			