



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102018000007207
Data Deposito	16/07/2018
Data Pubblicazione	16/01/2020

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	02	F	1	66

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	01	F	11	18

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	02	F	11	143

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	02	F	1	52

Titolo

Procedimento ed impianto di produzione di carbonato di calcio da fanghi biologici e digestati.
--

"Procedimento ed impianto di produzione di carbonato di calcio da fanghi biologici e digestati".

D E S C R I Z I O N E

Il presente trovato ha come oggetto l'uso di CO_2 in forma solida in un procedimento e un impianto per la produzione di carbonato di calcio da fanghi biologici e digestati.

Ogni anno la gestione delle reti fognarie comporta il trattamento di milioni di tonnellate di rifiuti. Ad esempio, in Italia, recenti rapporti istituzionali (ISPRA) indicano in quasi 4 milioni di ton/anno il quantitativo di rifiuti provenienti dalla gestione delle reti fognarie, la maggior parte dei quali attribuibili ai fanghi di depurazione.

I fanghi biologici freschi, provenienti dalla fase di sedimentazione, presentano un tenore di umidità pari a circa l'80/85%, e necessitano, dunque, di un trattamento di stabilizzazione e disidratazione, al fine di eliminare la putrescibilità e ridurre la presenza di agenti patogeni.

I fanghi biologici così stabilizzati possono

a questo punto, in base alla composizione chimica, essere smaltiti in discarica oppure essere riutilizzati.

Su fanghi biologici che non presentano concentrazioni significative di metalli pesanti o inquinanti organici, è possibile effettuare un trattamento che porta a generare prodotti per l'impiego agricolo.

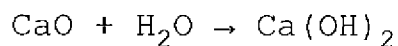
I digestati sono prodotti a seguito di fermentazione anaerobica di substrati organici quali colture dedicate, sottoprodotti dell'industria alimentare, rifiuti organici da raccolta differenziata. A seguito della produzione di biogas, rimane una frazione generalmente fluida che viene disidratata per il successivo impiego in agricoltura.

Infatti i materiali biologici derivati dalla digestione anaerobica metanogenica (noti appunto anche con il termine di "digestati") possono rappresentare un valido contributo all'ammendamento dei terreni ed alla nutrizione delle piante in quanto, oltre alla sostanza organica, tali materiali contengono anche considerevoli quantità di azoto, fosforo,

potassio, calcio e zolfo.

I suddetti fanghi biologici e digestati trovano quindi impiego in agricoltura ' previo trattamento.

Il trattamento si fonda sulla denaturazione delle proteine della biomassa mediante l'impiego di calce viva (CaO). L'ossido di calcio (CaO), a contatto con l'acqua contenuta nei fanghi o nei digestati stessi, si trasforma in idrossido di calcio (CaOH), "calce spenta", provocando un importante aumento della temperatura e idrolizzando la materia organica. Di seguito è riportata la reazione chimica globale, a titolo esemplificativo:

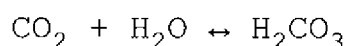


L'idrolisi è la reazione per la quale una molecola si scinde in una o più parti per effetto dell'inserimento di una o più molecole di acqua. Nel caso dell'idrolisi delle proteine e peptidi, la molecola d'acqua va a ricostruire i gruppi carbossilici e amminici (che erano scomparsi nella reazione di condensazione/costruzione della proteina a partire dagli amminoacidi costituenti).

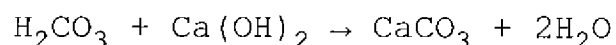
Il trattamento di idrolisi cui vengono sottoposte le proteine contenute nei fanghi ritirati in impianto, porta dunque alla rottura dei legami chimici che caratterizzano le proteine stesse dando origine a spezzoni di polimero (peptidi) o anche alla rottura di tutti i legami peptidici originando gli amminoacidi.

In queste condizioni il biomateriale ha un pH fortemente alcalino e deve dunque essere neutralizzato. La neutralizzazione può avvenire con acido solforico oppure con CO_2 in forma gassosa, trattamenti che portano a due prodotti diversi.

Nel caso in cui venga utilizzata l'anidride carbonica, la neutralizzazione procede seguendo la reazione globale:



L'acido carbonico così formatosi reagisce con l'idrossido di calcio generatosi a seguito dell'introduzione della calce, dando così origine al carbonato di calcio di defecazione secondo la seguente reazione globale, a titolo esemplificativo:



Il trattamento con acido solforico porta invece ad un prodotto definito "gesso di defecazione" (tipo 21 secondo All.3 al D.Lgs 75/2010) impiegando materiale biologico (ad esempio digestati) o al "gesso di defecazione da fanghi" nel caso in cui vengano impiegati fanghi biologici, mentre il trattamento con CO_2 genera il "carbonato di calcio di defecazione" (tipo 22 secondo All.3 al D.Lgs 75/2010). Entrambi i prodotti sono riconosciuti come fertilizzanti: il "gesso di defecazione" risulta essere più adatto ai suoli sodici o salini, mentre il "carbonato di calcio di defecazione" ai terreni subacidi e acidi.

L'aumento del tenore di materia organica del terreno, ottenibile con lo spandimento controllato dei fanghi biologici o dei digestati, consente una maggior capacità di ritenzione idrica, con un conseguente risparmio sui costi di irrigazione e riduzione di alcune cause di erosione dei suoli.

Inoltre, le sostanze nutrienti presenti nei fanghi biologici e nei digestati costituiscono un

apporto nutritivo consentendo la riduzione o la sostituzione dei concimi chimici permettendo agli agricoltori notevoli risparmi

L'aspetto più critico dell'applicazione dei fanghi biologici e digestati sul terreno rimane la problematica dei cattivi odori. In questi termini il trattamento con anidride carbonica tende a minimizzare questa criticità, presentando però a propria volta una problematica in termini di processo, dal momento che, presentandosi a condizioni ambiente allo stato gassoso, risulta difficilmente miscelabile con il fango presente allo stato solido.

Questa problematica limita notevolmente l'utilizzo di questo processo su scala industriale, dal momento che, per effettuare una miscelazione con anidride carbonica in fase gassosa, sono necessarie apparecchiature piuttosto complesse e costose.

Compito precipuo del presente trovato è quello di fornire un procedimento per la produzione del correttivo "carbonato di calcio di defecazione" da fanghi biologici e digestati nel rispetto dei limiti stabiliti dall'allegato 3 del

decreto legislativo 75/2010, che stabilisce i limiti massimi di metalli in correttivi per uso agricolo.

Nell'ambito di questo compito, uno scopo del trovato è quello di realizzare un metodo che eviti gli inconvenienti sopra citati legati all'impiego di anidride carbonica in forma gassosa.

Un altro scopo del presente trovato è quello di fornire un procedimento che sia di facile realizzazione e applicabile su scala industriale.

Un ulteriore scopo del presente trovato è quello di fornire un impianto che permetta di realizzare il procedimento secondo il trovato e che sia economico e di facile realizzazione.

Questo compito, nonché questi ed altri scopi che meglio appariranno in seguito, sono raggiunti dall'uso di CO_2 in forma solida per la produzione di carbonato di calcio da fanghi biologici e digestati.

Il compito e gli scopi del presente trovato, nonché altri che meglio appariranno in seguito, sono raggiunti anche da un procedimento per la produzione di carbonato di calcio da fanghi biologici e digestati comprendente i passaggi di:

- i) miscelare fanghi biologici o digestati con ossido di calcio (CaO) ottenendo una prima miscela contenente idrossido di calcio (Ca(OH)_2);
- ii) aggiungere e miscelare alla prima miscela anidride carbonica in forma solida ottenendo una seconda miscela contenente carbonato di calcio (CaCO_3).

I compiti e gli scopi del presente trovato sono raggiunti infine da un impianto per la produzione di carbonato di calcio da fanghi biologici e digestati comprendente mezzi di immissione dei fanghi biologici o digestati, mezzi di immissione di ossido di calcio e mezzi di miscelazione, caratterizzato dal fatto di comprendere ulteriormente mezzi di immissione di anidride carbonica in forma solida.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi del trovato risulteranno maggiormente dalla seguente descrizione dettagliata degli aspetti del trovato, e dalle allegate figure, in cui:

la figura 1 illustra in vista in pianta l'impianto del trovato secondo una sua forma di realizzazione preferita;

la figura 2 illustra in vista in alzato

laterale l'impianto secondo il trovato.

In un primo aspetto il presente trovato si riferisce all'uso di CO_2 in forma solida per la produzione di carbonato di calcio da fanghi biologici e digestati.

Il carbonato di calcio ottenuto dai suddetti fanghi biologici e digestati è detto "carbonato di calcio di defecazione" e trova impiego in agricoltura come correttivo.

Nell'ambito del presente trovato per "calce viva" si intende l'ossido di calcio (CaO).

Nell'ambito del presente trovato per "calce spenta" si intende l'idrossido di calcio (Ca(OH)_2).

Nell'ambito del presente trovato per "correttivo" si intende un fertilizzante che modifica il pH del terreno portandolo verso la neutralità.

Nell'ambito del presente trovato la CO_2 in forma solida può essere in forma di "neve carbonica" costituita da cristalli e microcristalli ottenuti mediante espansione di CO_2 liquida oppure in forma di pellets.

Nell'ambito del presente trovato per "cristalli" o "microcristalli" si intende CO_2 in

forma solida ottenuta per disgregazione meccanica di pellets per espansione di CO₂ in forma liquida.

Nell'ambito del presente trovato per "pellets" si intendono cilindretti di CO₂ in forma solida (ghiaccio secco) generati dalla compressione ed estrusione della neve carbonica.

In una forma di realizzazione preferita dell'uso secondo il trovato la CO₂ in forma solida è in forma di "neve carbonica".

In una forma di realizzazione preferita dell'uso secondo il trovato la CO₂ in forma solida è in forma di pellets. Nell'ambito di questa forma di realizzazione detti pellets possono essere di forma cilindrica con un diametro compreso fra 1 mm e 30 mm, preferibilmente 1 mm e 16 mm, ancora più preferibilmente 3 mm.

In una forma di realizzazione preferita dell'uso secondo il trovato la CO₂ in forma di "neve carbonica" è aggiunta al fango o digestato biologico in proporzione compresa fra 5 e 30% in peso, preferibilmente fra 5 e 15% in peso, più preferibilmente 10% in peso rispetto al peso totale del fango biologico o digestato.

In un secondo aspetto il presente trovato si

riferisce a un procedimento per la produzione di carbonato di calcio da fanghi biologici e digestati comprendente i passaggi di:

- i) miscelare fanghi biologici o digestati con ossido di calcio (CaO) ottenendo una prima miscela contenente idrossido di calcio (Ca(OH)_2);
- ii) aggiungere e miscelare alla prima miscela anidride carbonica in forma solida ottenendo una seconda miscela contenente carbonato di calcio (CaCO_3).

In una forma di realizzazione del procedimento secondo il trovato l'ossido di calcio è in proporzione compresa fra 5 e 14% in peso rispetto al peso dei fanghi biologici o digestati.

In una forma di realizzazione del procedimento secondo il trovato l'anidride carbonica in forma solida è in proporzione compresa fra 5 e 30% in peso, preferibilmente fra 5 e 15% in peso, più preferibilmente 10% in peso rispetto al peso dei fanghi biologici o digestati.

In un'altra forma di realizzazione del procedimento secondo il trovato l'ossido di calcio è in proporzione compresa fra 5 e 14% in peso rispetto al peso dei fanghi biologici o digestati,

e l'anidride carbonica in forma solida è in proporzione compresa fra 5 e 30% in peso, preferibilmente fra 5 e 15% in peso, più preferibilmente 10% in peso rispetto al peso dei fanghi biologici o digestati.

In una forma di realizzazione del procedimento secondo il trovato in una qualsiasi delle forme di realizzazione sopra descritte, il tempo di contatto fra la prima miscela e l'anidride carbonica in forma solida in detto passaggio di miscelare alla prima miscela anidride carbonica in forma solida è compreso fra 100 e 250 secondi, preferibilmente fra 150 e 200 secondi, più preferibilmente è di 180 secondi.

In un terzo aspetto e con riferimento alla Figura 1, il presente trovato si riferisce a un impianto per la produzione di carbonato di calcio da fanghi biologici e digestati comprendente mezzi 2, 3, di immissione dei fanghi biologici o digestati, costituiti da tramogge 2 e coclee 3, mezzi 6, 7 per l'immissione di ossido di calcio, costituiti da silos verticali 6 e coclee 7, e mezzi 4 di miscelazione, costituiti da un mescolatore orizzontale continuo a vomeri.

L'impianto comprende ulteriormente un silo criogenico 1 e mezzi 5 di immissione di anidride carbonica in forma solida (neve carbonica o pellets), costituiti da innevatori di CO₂ che ricevono in ingresso anidride carbonica liquida e la convertono in anidride carbonica in forma solida.

Il miscelatore 4 è inoltre dotato di un'aspirazione di anidride carbonica gassosa residua.

Infine, è presente una tramoggia di scarico 8.

I mezzi 2, 3 di immissione dei fanghi biologici o digestati possono ad esempio comprendere una tramoggia 2 di carico in acciaio a sua volta alimentata con pala gommata e/o carroponete, ed una coclea 3. I mezzi 6, 7 di immissione dell'ossido di calcio possono comprendere, ad esempio, un silos verticale 6 e due coclee 7, una dosatrice ed una convogliatrice. I fanghi biologici e/o i digestati vengono convogliati, mediante una coclea di trasporto, dalla tramoggia all'impianto dove vengono miscelati con l'ossido di calcio mediante appositi

mezzi 4 di miscelazione, quali ad esempio un miscelatore a vomeri in continuo. Il miscelatore 4 dell'impianto secondo il trovato può essere un mescolatore orizzontale continuo a vomeri.

L'ingresso della calce viva avviene nella tramoggia 3 di canalizzazione del fango o del digestato posta in corrispondenza dell'apertura superiore di entrata, consentendone quindi l'immediata miscelazione con il fango stesso. Il mescolatore per la sua particolare forma, per la disposizione e la velocità di rotazione degli utensili di mescolazione crea un moto vorticoso centrifugo che permette la compenetrazione dei materiali in tempi brevissimi (< 10 s) con alta omogeneizzazione ed una alta precisione di mescolamento anche con componenti di granulometria e peso specifico differenti. Per questo motivo si è scelto tale macchinario atto a miscelare quindi oltre ai solidi anche liquidi con materiale fangoso.

La miscelazione avviene a giri fissi non regolabili per una portata massima fissa in funzione delle taglie. In relazione alle diverse taglie, si possono avere portate massime da 1.500

a 100.000 Kg/h con un tempo di contatto tra 100 e 250 secondi, preferibilmente tra 150 e 200 secondi, più preferibilmente di 180 secondi.

Alla miscela così ottenuta si aggiunge anidride carbonica dalla fase liquida con la produzione di neve carbonica o direttamente in fase solida sottoforma di ghiaccio secco in pellets mediante i mezzi 5 di immissione opportunamente dimensionati e realizzati in modo da miscelare la giusta quantità di CO₂ con i fanghi biologici e digestati.

L'anidride carbonica sottoforma di neve viene introdotta nel processo di trattamento del fango mediante i mezzi di immissione 5 che consistono in un iniettore detto snow-horn o innevatore, opportunamente dimensionato dove la CO₂ liquida si espande trasformandosi per circa il 50% in neve carbonica (CO₂ solida) ed il restante 50% in gas freddi.

Il sistema di iniezione della CO₂ liquida è costituito da un espansore in cui è presente una contenitore cilindrico (generalmente in acciaio inox) a cui può essere integrato uno scambiatore di calore attraversato dalla stessa CO₂ fredda per

mantenere il migliore isolamento termico dell'intero sistema ed ottenere le migliori performance nel processo di espansione e conseguentemente di produzione di neve carbonica.

All'interno dell'espansore a camera coibentata è poi presente anche un ugello opportunamente dimensionato, dove viene realizzata l'espansione vera e propria della CO₂ liquida e la produzione di neve carbonica.

In funzione della portata di CO₂ richiesta dal processo di neutralizzazione è possibile installare uno o più espansori la cui immissione di CO₂ liquida è poi controllata da un sistema di elettrovalvole ed un pannello di controllo.

Nel caso di utilizzo di anidride carbonica solida in forma di ghiaccio secco (a titolo esemplificativo ma non esaustivo in pellets nella forma di cilindretti di CO₂ solida del diametro variabile da 1 a 30 mm, preferibilmente da 1 a 16 mm, ancora più preferibilmente 3 mm), l'apparecchiatura è costituita essenzialmente da una tramoggia per l'alloggiamento del ghiaccio secco ed una apposita valvola di regolazione per il dosaggio della quantità richiesta di CO₂ solida

(ghiaccio secco).

La disposizione dei bocchelli d'ingresso dell'ossido di calcio, consente la reazione tra fango biologico o digestato e ossido di calcio, dando luogo ad un prodotto intimamente miscelato con questo reagente. La percentuale di miscelazione prevista per la CaO consente un'immediata ed intima miscelazione tra queste due matrici.

La reazione dell'anidride carbonica avviene pertanto con il materiale biologico che ha già reagito con la calce.

Il carbonato di calcio prodotto in uscita dal miscelatore 4 viene scaricato o tramite caduta diretta dalla bocca inferiore o, in alternativa, sempre per gravità, viene convogliato in una coclea di estrazione.

L'anidride carbonica è recuperata come sottoprodotto di svariati processi industriali, termochimici quali, ad esempio, la produzione di idrogeno da "steam reforming" del gas naturale ma anche da diversi processi biologici (fermentazione), che interessano le biomasse, tra cui, vantaggiosamente, quelli legati alla

biometanazione. In quest'ultimo caso, il suo impiego in quest'ambito rientra nella strategia dell'uso a cascata della biomassa, che costituisce il metodo principale per aumentare l'efficienza d'uso delle risorse [Carus M., 2017. Biobased economy and climate change-Important links, pitfalls, and opportunities. Industrial Biotechnol. 13 (2), 41-51].

Si è in pratica constatato come il trattamento di fanghi biologici e digestati secondo il trovato permette di risolvere i problemi di miscelazione riscontrati nei procedimenti noti per la produzione di carbonato di calcio di defecazione mediante neutralizzazione della calce spenta con anidride carbonica in forma gassosa. L'uso di CO_2 in forma solida permette infatti di ottenere una miscelazione intima, altamente uniforme e rapida del materiale biologico (fango biologico e/o digestati) con i reagenti. Il procedimento secondo il trovato è inoltre vantaggiosamente condotto in un unico passaggio in un impianto di facile realizzazione e non comporta rischi per quanto riguarda l'aggressività dei reagenti impiegati. L'utilizzo

della anidride carbonica in forma solida, contribuisce, altresì, ad un decremento, seppur lieve, della temperatura del fango stesso, assorbendo dal fango sia il calore latente di evaporazione che una parte di calore sensibile.

Il procedimento secondo il trovato ottempera alla norma tecnica espressa dal decreto legislativo 75/2010 per quanto riguarda i reagenti utilizzati, la loro sequenza e le caratteristiche del correttivo prodotto.

Il trovato, così concepito, è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'ambito del concetto inventivo; inoltre, tutti i dettagli potranno essere sostituiti da altri elementi tecnicamente equivalenti.

In pratica, i materiali impiegati, nonché le dimensioni, potranno essere qualsiasi secondo le esigenze e lo stato della tecnica.

R I V E N D I C A Z I O N I

1. Uso di CO_2 in forma solida per la produzione di carbonato di calcio da fanghi biologici e digestati.

2. Uso di CO_2 secondo la rivendicazione 1 dove detta CO_2 in forma solida è in forma di "neve carbonica".

3. Uso di CO_2 secondo la rivendicazione 1 dove detta CO_2 è in forma di pellets.

4. Uso di CO_2 secondo la rivendicazione 3 dove detti pellets sono di forma cilindrica con diametro compreso fra 1 mm e 30 mm, preferibilmente 1 mm e 16 mm, ancora più preferibilmente 3 mm.

5. Uso di CO_2 secondo la rivendicazione 2 dove detta CO_2 in forma di "neve carbonica" è aggiunta al fango biologico o digestato in proporzione compresa fra 5 e 30% in peso, preferibilmente fra 5 e 15% in peso, più preferibilmente 10% in peso rispetto al peso totale del fango o digestato biologico.

6. Procedimento per la produzione di carbonato di calcio da fanghi biologici e digestati comprendente i passaggi di:

- i) miscelare fanghi biologici o digestati con ossido di calcio (CaO) ottenendo una prima miscela contenente idrossido di calcio (Ca(OH)_2);
- ii) aggiungere e miscelare alla prima miscela anidride carbonica in forma solida ottenendo una seconda miscela contenente carbonato di calcio (CaCO_3).

7. Procedimento secondo la rivendicazione 6 dove l'ossido di calcio è in proporzione compresa fra 5 e 14% in peso rispetto al peso dei fanghi biologici o digestati.

8. Procedimento secondo la rivendicazione 6 o 7 dove l'anidride carbonica in forma solida è in proporzione compresa fra 5 e 30% in peso, preferibilmente fra 5 e 15% in peso, più preferibilmente 10% in peso rispetto al peso dei fanghi biologici o digestati.

9. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 6 a 8 dove in detto passaggio di miscelare alla prima miscela anidride carbonica in forma solida il tempo di contatto fra la prima miscela e l'anidride carbonica in forma solida è compreso fra 100 e 250 secondi, preferibilmente fra 150 e 200 secondi, più preferibilmente è di

180 secondi.

10. Impianto per la produzione di carbonato di calcio da fanghi biologici e digestati comprendente mezzi (2, 3) di immissione dei fanghi biologici o digestati, mezzi (6, 7) di immissione di ossido di calcio e mezzi (4) di miscelazione, caratterizzato dal fatto di comprendere ulteriormente mezzi (1, 5) di immissione di anidride carbonica in forma solida.

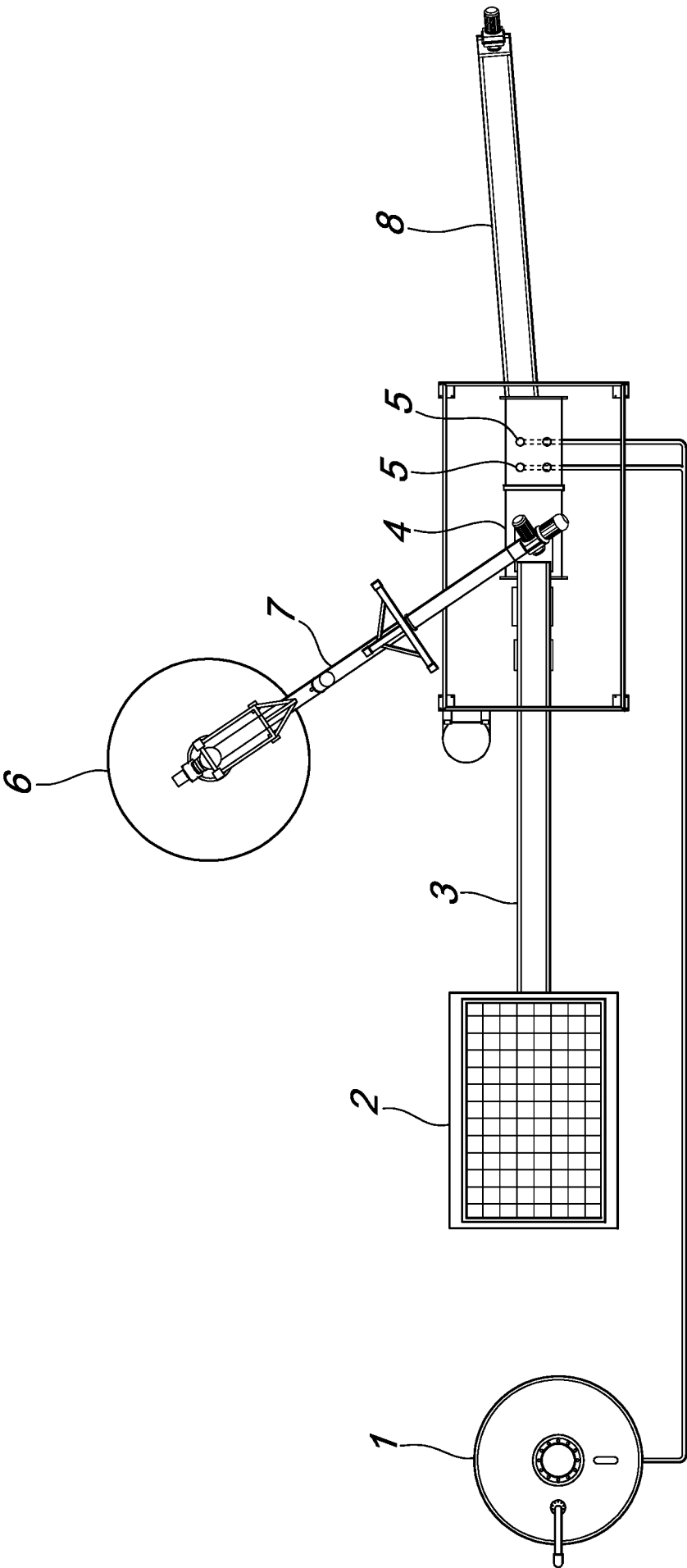


Fig. 1

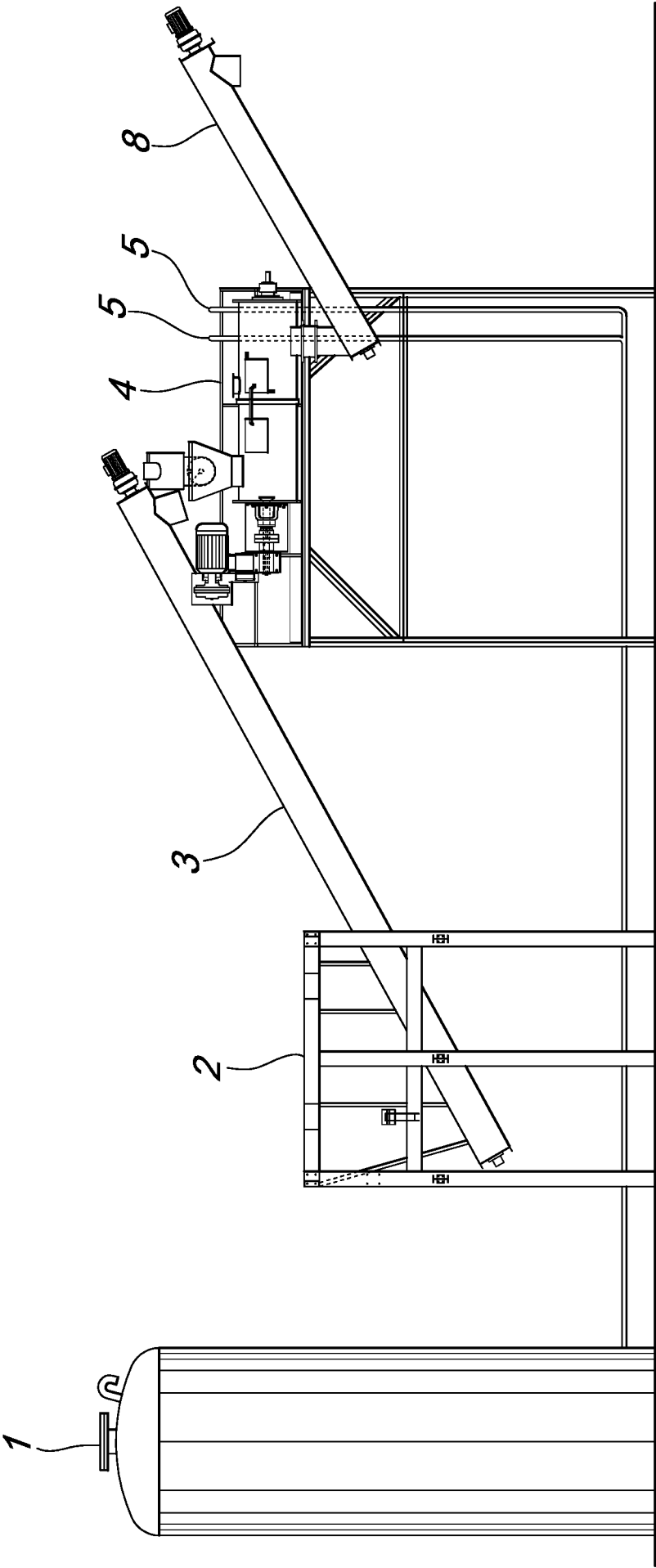


Fig. 2