



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

 (51) Int. Cl.³: C 04 B
F 27 B

 7/36
7/34

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein



(12) FASCICULE DU BREVET A5

(11)

617 913

(21) Numéro de la demande: 13560/76

(22) Date de dépôt: 27.10.1976

 (30) Priorité(s): 28.10.1975 FR 75 32852
02.08.1976 FR 76 23533

(24) Brevet délivré le: 30.06.1980

 (45) Fascicule du brevet
publié le: 30.06.1980

 (73) Titulaire(s):
Fives-Cail Babcock, Paris 8e (FR)

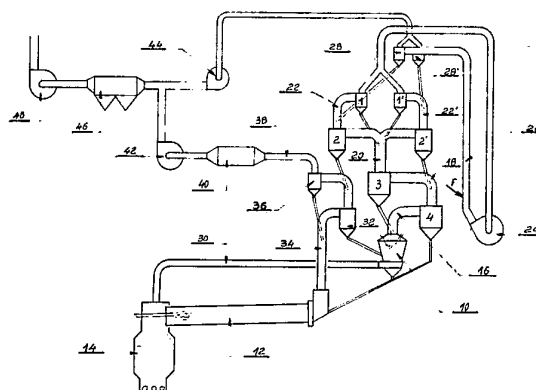
 (72) Inventeur(s):
Gérard Ghestem, Lambersart (FR)

 (74) Mandataire:
Bovard & Cie., Bern

(54) Installation pour la fabrication du ciment par voie sèche.

(57) Les matières premières introduites en (F) sont préchauffées dans un premier préchauffeur dont les cyclones (2, 2' et 1, 1') forment une première partie et les cyclones (4 et 3) une deuxième partie. Les matières sortant du cyclone (3) sont introduites dans la chambre de combustion (10). Une partie des matières préchauffées dans la première partie du premier préchauffeur passe du cyclone (2) dans le second préchauffeur formé de deux cyclones (36 et 32) d'où elles parviennent aussi dans la chambre de combustion (10). Le premier préchauffeur est alimenté par les fumées de la chambre de combustion, tandis que le second est alimenté par les fumées du four.

Cette installation permet une meilleure récupération de la chaleur sensible des fumées.



REVENDECATIONS

1. Installation pour la fabrication du ciment par voie sèche, comportant un four tubulaire rotatif (12), un préchauffeur où circulent les fumées du four, un autre préchauffeur où circulent les fumées d'une chambre de combustion (10) placée en amont du four, en considérant le sens de circulation des matières, et un refroidisseur de clinker (14), caractérisée en ce que l'un des préchauffeurs comporte une première partie (1-1', 2-2' ou 1-1', 62-62') munie d'une entrée (F ou F-F') pour le débit total des matières premières et deux sorties pour ces matières et une seconde partie (3, 4 ou 2, 3, 4) munie d'une entrée des matières reliée à l'une des sorties de la première partie, et que l'autre préchauffeur (32, 36 ou 50-50', 52, 54 ou 50, 52, 54) est muni d'une entrée pour les matières reliée à l'autre sortie de la première partie du premier préchauffeur.

2. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comporte un appareil de séchage (40) pour les matières premières dont l'entrée est reliée à la sortie des gaz du second préchauffeur (32, 36) (fig. 1 et 2).

3. Installation selon la revendication 2, caractérisée en ce qu'elle comporte un ventilateur (24) dont l'orifice d'aspiration est relié à la sortie des gaz de la première partie (1-1', 2-2') du premier préchauffeur et l'orifice de refoulement est relié à une extrémité d'une conduite d'alimentation pneumatique (26) munie d'une entrée (F) pour les matières premières et un séparateur (28-28') dont l'entrée est reliée à l'autre extrémité de la conduite d'alimentation et dont la sortie des matières est reliée à l'entrée des matières de la première partie du premier préchauffeur (fig. 1 et 2).

4. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comporte un premier ventilateur (24) dont l'orifice d'aspiration est relié à la sortie des gaz de la première partie (1-1') du premier préchauffeur et un second ventilateur (56) dont l'orifice d'aspiration est relié à l'orifice de refoulement du premier ventilateur et à la sortie des gaz du second préchauffeur (50-50', 52, 54) (fig. 3).

5. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le refroidisseur de clinker (14) est du type à cuve et à contre-courant et comprend une entrée pour de l'air frais et deux sorties pour l'air chaud reliées respectivement au four (12) et à la chambre de combustion (10).

6. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la première partie (1-1' ou 1-1', 62-62') du premier préchauffeur est dédoublée et comporte deux circuits indépendants pour les gaz et pour les matières premières, et chaque circuit comprend une entrée (F-F') pour les matières premières, un dispositif de réglage des débits (60, 60') associé à cette entrée et une sortie pour lesdites matières, la sortie de l'un des circuits étant reliée à l'entrée des matières de la seconde partie (2, 3, 4) du premier préchauffeur et la sortie de l'autre circuit étant reliée à l'entrée des matières du second préchauffeur (50, 52, 54) (fig. 4 et 5).

La présente invention concerne une installation pour la fabrication du ciment par voie sèche comportant un four tubulaire rotatif, un préchauffeur où circulent les fumées du four, un autre préchauffeur où circulent les fumées d'une chambre de combustion placée en amont du four, en considérant le sens de circulation des matières, et un refroidisseur de clinker.

Dans ces installations, les matières premières sont chauffées en partie dans un préchauffeur et en partie dans l'autre avant d'être introduites dans la chambre de combustion, puis dans le four.

Les fumées sortant des préchauffeurs peuvent être envoyées dans une chaudière où une partie de leur chaleur sensible est

utilisée pour produire la vapeur. Cette solution qui permet d'améliorer le bilan thermique de l'installation par une meilleure récupération de la chaleur des fumées, entraîne des frais d'investissement et d'entretien supplémentaires relativement importants.

On a également proposé d'utiliser la chaleur sensible des fumées sortant d'un préchauffeur pour réchauffer l'air secondaire de la chambre de combustion. Cette solution, outre qu'elle nécessite l'emploi d'un réchauffeur d'air à échange indirect, ne présente d'intérêt que si on prévoit, concurremment, des moyens, tels qu'une chaudière, pour récupérer la chaleur de l'air de refroidissement du clinker, ce qui entraîne des frais d'investissement et d'entretien supplémentaires.

Le but de la présente invention est de réduire la consommation calorifique des installations de ce type, par une meilleure récupération de la chaleur sensible des fumées, sans qu'il soit nécessaire de prévoir des appareils de récupération spéciaux comme dans les solutions proposées jusqu'ici.

L'installation objet de l'invention est caractérisée en ce que l'un des préchauffeurs comporte une première partie munie d'une entrée pour le débit total des matières premières et deux sorties pour ces matières et une seconde partie munie d'une entrée des matières reliée à l'une des sorties de la première partie et que l'autre préchauffeur est muni d'une entrée pour les matières reliée à l'autre sortie de la première partie du premier préchauffeur.

Les fumées sortant du second préchauffeur, qui reçoit les matières préalablement rechauffées, peuvent être utilisées pour sécher les matières premières lorsqu'on désire effectuer le séchage à haute température et avec un débit de fumées relativement faible. Dans ce cas, il est avantageux d'utiliser les fumées sortant du premier préchauffeur pour transporter pneumatiquement les matières premières crues jusqu'à l'entrée de ce dernier.

On peut aussi utiliser la totalité des fumées sortant des deux préchauffeurs pour sécher les matières premières crues lorsque le séchage doit être effectué à température plus basse et avec un grand débit de gaz. Dans ce cas, les fumées sortant du premier préchauffeur, qui reçoit les matières crues, sont aspirées par un premier ventilateur et mélangées, au refoulement de ce ventilateur, aux fumées plus chaudes sortant du second préchauffeur et un second ventilateur aspire la totalité des fumées, après mélange. Cette disposition permet de faire travailler les deux ventilateurs à faible perte de charge et à basse température; elle est également intéressante lorsqu'on n'a pas besoin de sécher les matières premières et qu'il faut faire passer les fumées dans une tour de conditionnement avant de les envoyer dans un électrofiltre.

Il est avantageux de prélever l'air secondaire de la chambre de combustion sur le refroidisseur de clinker à une température de l'ordre de 900 à 1000° C. Lorsque le refroidisseur de clinker est du type à cuve et à contre-courant, la totalité de l'air de refroidissement peut être utilisée comme air secondaire dans le four et dans la chambre de combustion.

Pour répartir entre les deux préchauffeurs les matières chauffées dans les premiers étages du premier préchauffeur, on peut utiliser la solution classique consistant à introduire le débit total des matières dans un courant de gaz qui est ensuite divisé en deux, chaque courant partiel étant amené à un cyclone où les matières sont séparées pour être introduites dans le préchauffeur respectif.

On peut aussi dédoubler le ou les étages du premier préchauffeur situés en amont, en considérant le sens de circulation des matières, du point de division de façon à former deux circuits indépendants aussi bien pour les fumées que pour les matières, chaque circuit étant alimenté indépendamment en matières crues et les matières ayant suivi l'un des circuits étant introduites dans les étages suivants du premier préchauffeur, tandis que les matières ayant suivi l'autre circuit sont introduites dans le second préchauffeur. Un dispositif de réglage des débits des matières peut être placé sur les alimentations des circuits, ce qui permet de régler la répartition des matières entre les deux circuits. Les éléments (cyclones, conduites) des deux circuits sont dimensionnés

en fonction des débits moyens des matières qui y circulent pour optimiser les échanges thermiques; dans ce but, les étages de l'un des circuits ou des deux peuvent comporter plusieurs cyclones en parallèle.

La description qui suit se réfère aux dessins l'accompagnant qui montrent, à titre d'exemple non limitatif, plusieurs modes de réalisation de l'invention et sur lesquels les fig. 1 à 5 sont des schémas d'installations réalisées conformément à l'invention.

L'installation de la fig. 1 comporte deux préchauffeurs à cyclones, une chambre de combustion 10, un four tubulaire et rotatif 12 et un refroidisseur de clinker 14.

Le premier préchauffeur est en deux parties et comporte quatre étages. La première partie comporte deux étages qui sont dédoublés et formés chacun de deux cyclones 1-1' et 2-2'. La seconde partie comprend les deux autres étages qui comportent chacun un seul cyclone 3 et 4. Le cyclone 4 est raccordé par une gaine 16 à la sortie de la chambre de combustion et tous les cyclones sont reliés entre eux par des gaines 18, 20, 22 et 22' de telle sorte que les fumées de la chambre de combustion 10 passent successivement dans les cyclones 4 et 3, puis se divisent en deux courants qui circulent en parallèle dans les cyclones 2 et 1, d'une part, et 2' et 1' d'autre part. La sortie des cyclones 1 et 1' est reliée à l'aspiration d'un ventilateur 24 dont le refoulement est relié à une conduite d'alimentation pneumatique 26. Le sommet de cette conduite est raccordé à deux cyclones 28-28' dont chacun alimente en matière crue l'une des branches du préchauffeur.

La chambre de combustion est alimentée en air secondaire par le refroidisseur de clinker auquel elle est reliée par une conduite 30; elle est équipée de cannes pour l'injection d'un combustible.

Le second préchauffeur comporte deux cyclones 32 et 36 reliés en série. L'entrée du cyclone 32 est reliée par une gaine 34 au capot des fumées du four 12. La sortie du cyclone 36 est reliée par une tuyauterie 38 à un sécheur 40 utilisé pour le séchage des matières premières.

Des ventilateurs de tirage 42 et 44 assurent la circulation de l'air et des fumées dans l'installation; un électrofiltre 46 assure le dépoussiérage des fumées avant leur rejet à l'atmosphère par le ventilateur 48.

Un brûleur est placé à l'extrémité du four 12 attenante au refroidisseur 14 et une fraction de l'air ayant servi au refroidissement du clinker est utilisée dans le four comme air secondaire, l'autre fraction étant amenée à la chambre de combustion 10.

Des matières premières crues sont introduites en F dans la conduite 26 et sont transportées pneumatiquement jusqu'aux cyclones 28-28' par les fumées sortant du premier préchauffeur. Dans ces cyclones, les matières sont séparées des fumées pour être introduites dans les gaines 22 et 22' du préchauffeur où elles sont entraînées par les fumées de la chambre de combustion jusqu'aux cyclones 1 et 1'. Les matières séparées des fumées dans ces cyclones sont introduites dans la gaine 20 où elles sont dispersées à nouveau dans les fumées de la chambre de combustion qui se divisent ensuite en deux courants amenés respectivement aux cyclones 2 et 2'.

Les matières séparées dans le cyclone 2 sont introduites dans la gaine reliant les cyclones 32 et 36 où elles sont mises en contact avec les fumées du four qui y circulent, puis passent dans le cyclone 36, dans la gaine 34 et dans le cyclone 32 avant d'être introduites dans la chambre de combustion 10.

Après passage dans les cyclones 32 et 36, les fumées du four sont utilisées pour sécher les matières premières crues dans le sécheur 40.

Cette disposition permet de disposer de gaz à haute température pour le séchage des matières premières et, par conséquent, d'utiliser dans ce but un débit de gaz plus faible que dans les installations classiques. Le rendement thermique de cette opération est donc meilleur et il n'est pas nécessaire de surdimensionner

les appareils de séchage pour conserver des vitesses de gaz acceptables.

A titre d'exemple, dans l'installation décrite ci-dessus, les fumées sortant du cyclone 36 entrent dans le sécheur à 640°C environ et en sortent à une température de 120°C, et les fumées de la chambre de combustion ont une température d'environ 190°C à leur sortie des cyclones 28-28'.

Dans le cas où on emploie un refroidisseur du type à cuve à contre-courant comme dans l'installation représentée, la totalité de l'air de refroidissement étant utilisée comme air secondaire dans le four et la chambre de combustion, la consommation calorifique de l'installation est de 10 à 12% plus faible que dans une installation classique.

Dans l'installation de la fig. 2, le préchauffeur comportant les cyclones 1-1', 2-2', 3 et 4 est chauffé par les fumées du four 12, tandis que les cyclones 32 et 36 constituant le second préchauffeur sont traversés par les fumées de la chambre de combustion 10. Comme dans l'installation de la fig. 1, le débit total de matière est introduit en F dans la conduite 26 et transporté pneumatiquement jusqu'à l'étage supérieur du premier préchauffeur. A la sortie du deuxième étage de ce préchauffeur, la matière est divisée en deux fractions dont l'une est chauffée dans les deux derniers étages du premier préchauffeur avant d'être introduite dans la chambre de combustion 10, tandis que l'autre est chauffée dans le premier étage du second préchauffeur (cyclone 36) avant d'être introduite dans la chambre de combustion. A la sortie de cette chambre, le débit total de matière passe dans le cyclone 32, puis est introduit dans le four 12. Les fumées sortant du cyclone 36 sont utilisées dans le sécheur 40 pour sécher les matières premières crues.

Dans les installations décrites, on pourrait évidemment utiliser un refroidisseur rotatif ou à grille à la place du refroidisseur à cuve.

Lorsque le sécheur 40 n'est pas alimenté en matière, notamment pendant les périodes d'entretien du broyeur, on peut l'utiliser comme chambre de refroidissement en l'équipant de buses de pulvérisation d'eau qui servent alors à abaisser la température des fumées sortant du cyclone 36.

Dans l'installation de la fig. 3, la première partie du premier préchauffeur est formée d'un seul étage qui est dédoublé et comporte deux cyclones 1 et 1'. La seconde partie comprend trois étages qui comportent chacun un seul cyclone 2, 3 et 4, respectivement. Le cyclone 4 est relié par une gaine 16 à la chambre de combustion 10. Celle-ci est alimentée en air secondaire par une conduite 30 et est équipée de cannes pour l'injection du combustible.

Les cyclones sont reliés entre eux par des gaines 18, 20 et 22, de telle sorte que les fumées de la chambre de combustion passent successivement dans les cyclones 4, 3 et 2, puis se divisent en deux courants et circulent en parallèle dans les cyclones 1 et 1'. La sortie des cyclones 1 et 1' est reliée à l'aspiration d'un ventilateur 24.

Le second préchauffeur comporte trois étages, le premier étage étant dédoublé et comportant deux cyclones 50 et 50' et les autres étages comportant un seul cyclone 52 et 54, respectivement. L'entrée du cyclone 54 est reliée par une gaine 34 au capot des fumées du four 12. La sortie des cyclones 50 et 50' est reliée à l'aspiration d'un ventilateur 56 par une tuyauterie 58 dans laquelle débite le ventilateur 24.

Les matières premières crues sont introduites en F dans la gaine 22 et sont entraînées dans les cyclones 1 et 1' par les fumées qui y circulent. Une fraction, généralement la moitié, du débit total des matières est entraînée dans le cyclone 1, séparée des fumées et introduite dans la gaine 20; l'autre fraction est entraînée dans le cyclone 1', puis introduite dans la gaine 55. La première fraction passe ensuite dans les cyclones 2 et 3 avant d'être introduite dans la gaine d'air secondaire 30, tandis que l'autre fraction passe dans les cyclones 50 et 50', 52 et 54, avant d'être introduite dans la gaine 30. La totalité des matières amenées dans la

chambre 10 par l'air circulant dans la gaine 30 passe ensuite dans le cyclone 4, puis est introduite dans le four 12.

La totalité des fumées aspirées par le ventilateur 56 sont envoyées, soit dans un broyeur-sécheur à basse température, soit dans une tour de conditionnement.

Une trémie 31, placée sur la tuyauterie 30, est reliée au capot de fumées 35 du four 12 par une tubulure 33; elle est utilisée, d'une part, pour la récupération des grains de matières trop gros pour être entraînés par l'air circulant dans la conduite 30 et, d'autre part, au moment de la mise en route de l'installation, pour alimenter le four en matières par l'intermédiaire du cyclone 54, les matières crues étant alors introduites en F' et le ventilateur 56 étant seul en fonctionnement.

A titre d'exemple, cette installation peut fonctionner dans les conditions suivantes:

- température des fumées à la sortie des cyclones 1 et 1': 300°C
- dépression à la sortie des cyclones 1 et 1': 700 mm de colonne d'eau
- température des fumées à la sortie des cyclones 50 et 50': 450°C
- dépression à la sortie des cyclones 50 et 50': 400 mm de colonne d'eau.

Le ventilateur 24 recevra des fumées à 300°C et diminuera la dépression de 300 mm, tandis que le ventilateur 56 recevra des fumées à 350°C environ et travaillera sous 400 mm de colonne d'eau.

L'installation de la fig. 4 diffère de celle de la fig. 3 uniquement par le mode d'alimentation en matières des préchauffeurs. Dans cette installation, comme dans celle de la fig. 3, la conduite raccordée à la sortie du cyclone 2 se divise en deux branches conduisant aux cyclones 1 et 1', respectivement, mais les matières sont introduites en F et F' dans les branches 22 et 22', alors que, dans l'installation de la fig. 3, les matières étaient introduites en amont de la bifurcation.

Les débits des matières introduites en F et F' sont réglés au moyen des dispositifs de dosage 60 et 60', de façon à optimiser le fonctionnement de l'installation, par exemple pour réaliser un séchage optimal des matières crues ou une récupération maximale d'énergie.

Dans le cas où les débits moyens introduits en F et F' sont nettement différents l'un de l'autre, les cyclones 1 et 1' et les conduites 22 et 22' doivent être dimensionnés de façon que les débits de fumées qui y circulent soient adaptés aux débits des matières pour optimiser les échanges thermiques. On peut aussi mettre plus de deux cyclones en parallèle, par exemple trois si le rapport des débits introduits en F et F' est voisin de deux, la branche où est introduit le débit le plus important comportant deux cyclones et l'autre branche un seul cyclone.

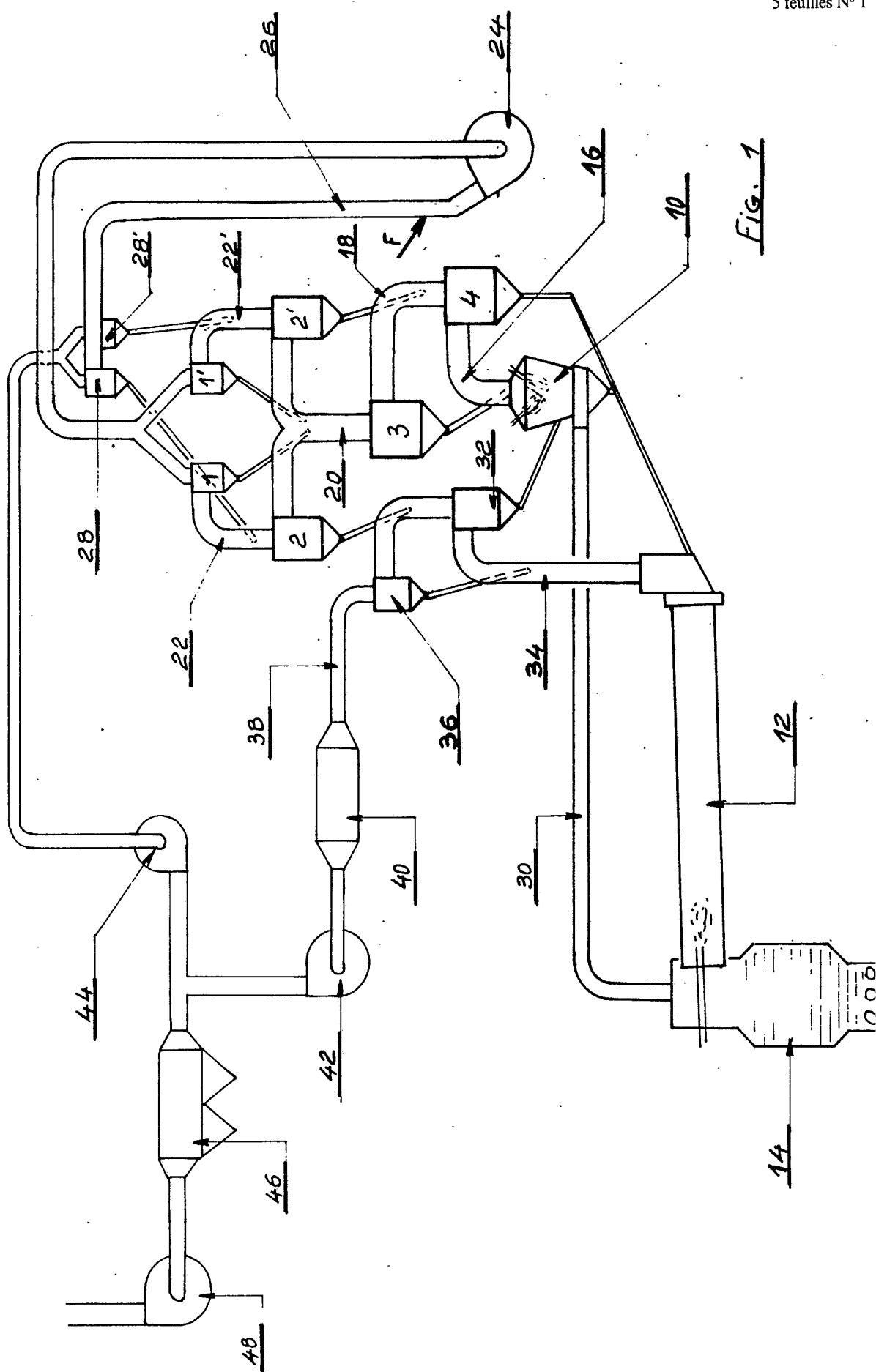
L'installation de la fig. 5 diffère de celle de la fig. 4 par le fait que le préchauffeur qui reçoit les matières crues est chauffé par les fumées du four 12, l'autre préchauffeur étant chauffé par les fumées de la chambre de combustion, et par l'adjonction d'un étage supplémentaire au premier préchauffeur. Cet étage supplémentaire comporte deux cyclones 62 et 62' reliés respectivement aux cyclones 1 et 1' par des gaines 64 et 64'.

La première partie du premier préchauffeur est donc constituée par les cyclones 1, 1', 62 et 62', tandis que la seconde partie de ce préchauffeur est constituée par les cyclones 2, 3 et 4.

Les matières crues introduites en F dans la gaine 64 passent dans les cyclones 62 et 1 avant d'être introduites dans les étages suivants du premier préchauffeur.

Les matières crues introduites en F' dans la gaine 64' passent dans les cyclones 62' et 1' avant d'être introduites dans le second préchauffeur.

Comme dans l'installation de la fig. 4, les débits des matières introduites en F et F' sont réglés au moyen des dispositifs de dosage 60 et 60', et les cyclones 1, 1', 62 et 62' ainsi que les gaines 22, 22', 64 et 64' sont dimensionnés en fonction des débits des matières qui y circulent.



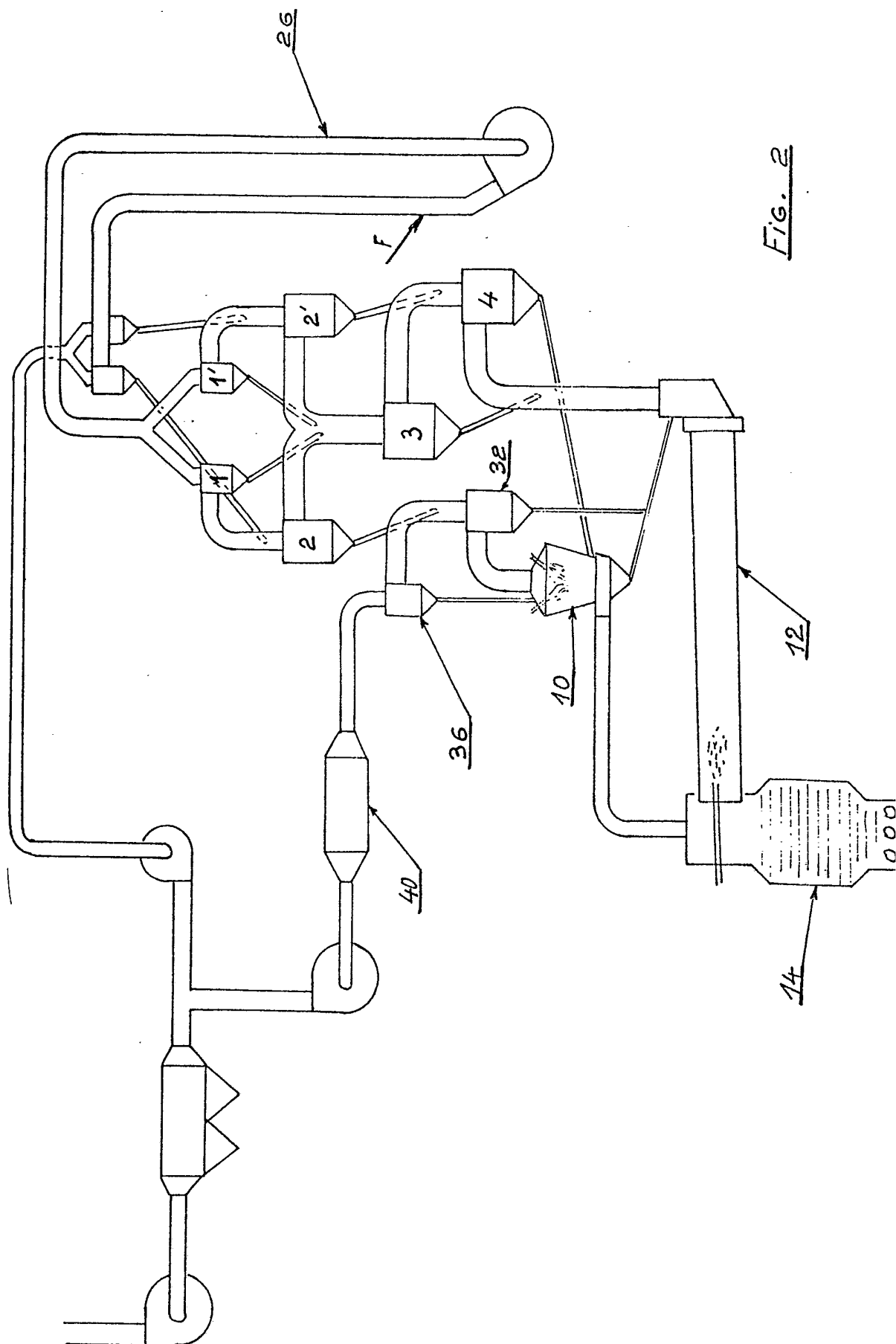
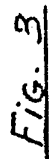


Fig. 2



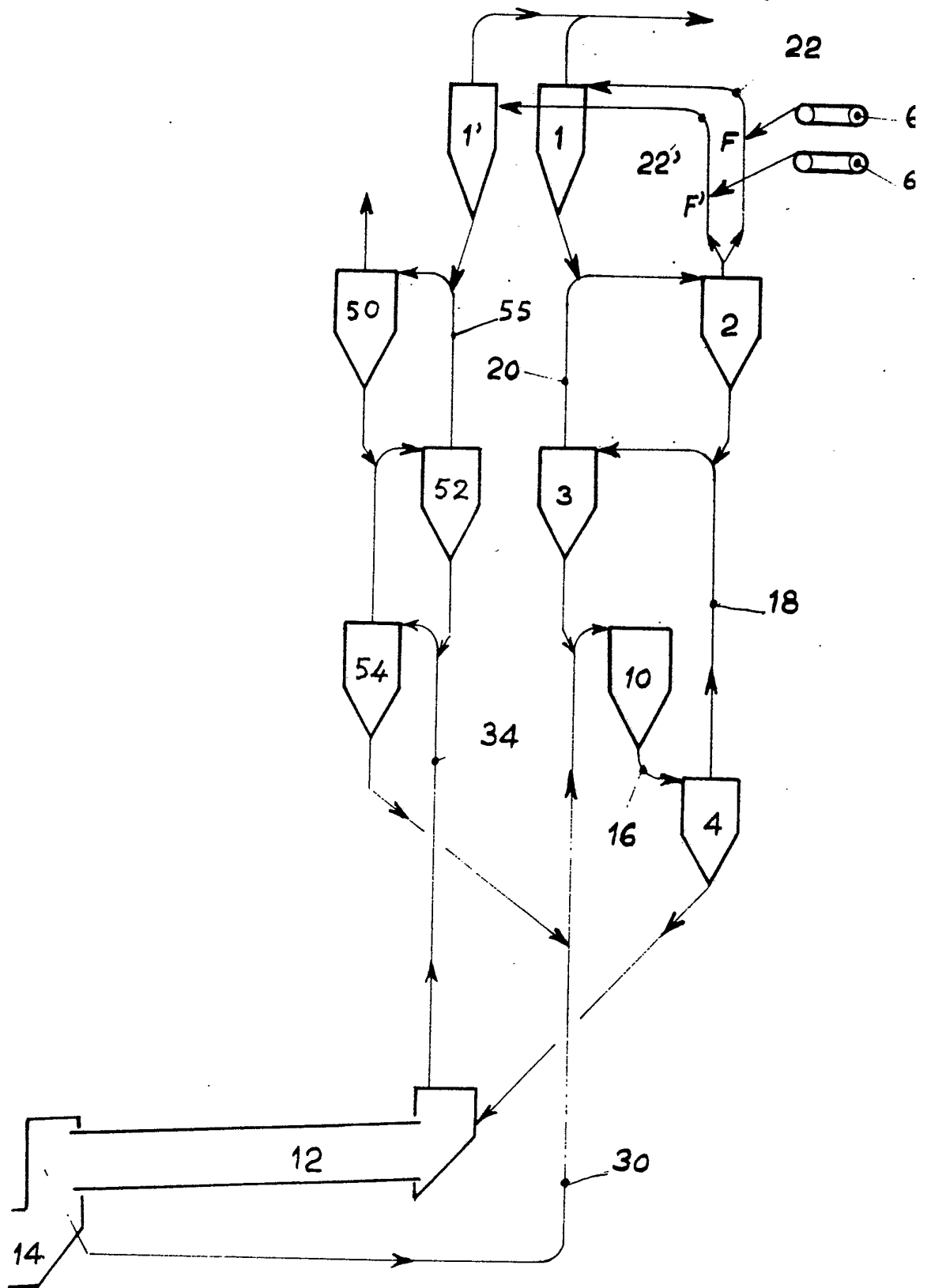


Fig. 4

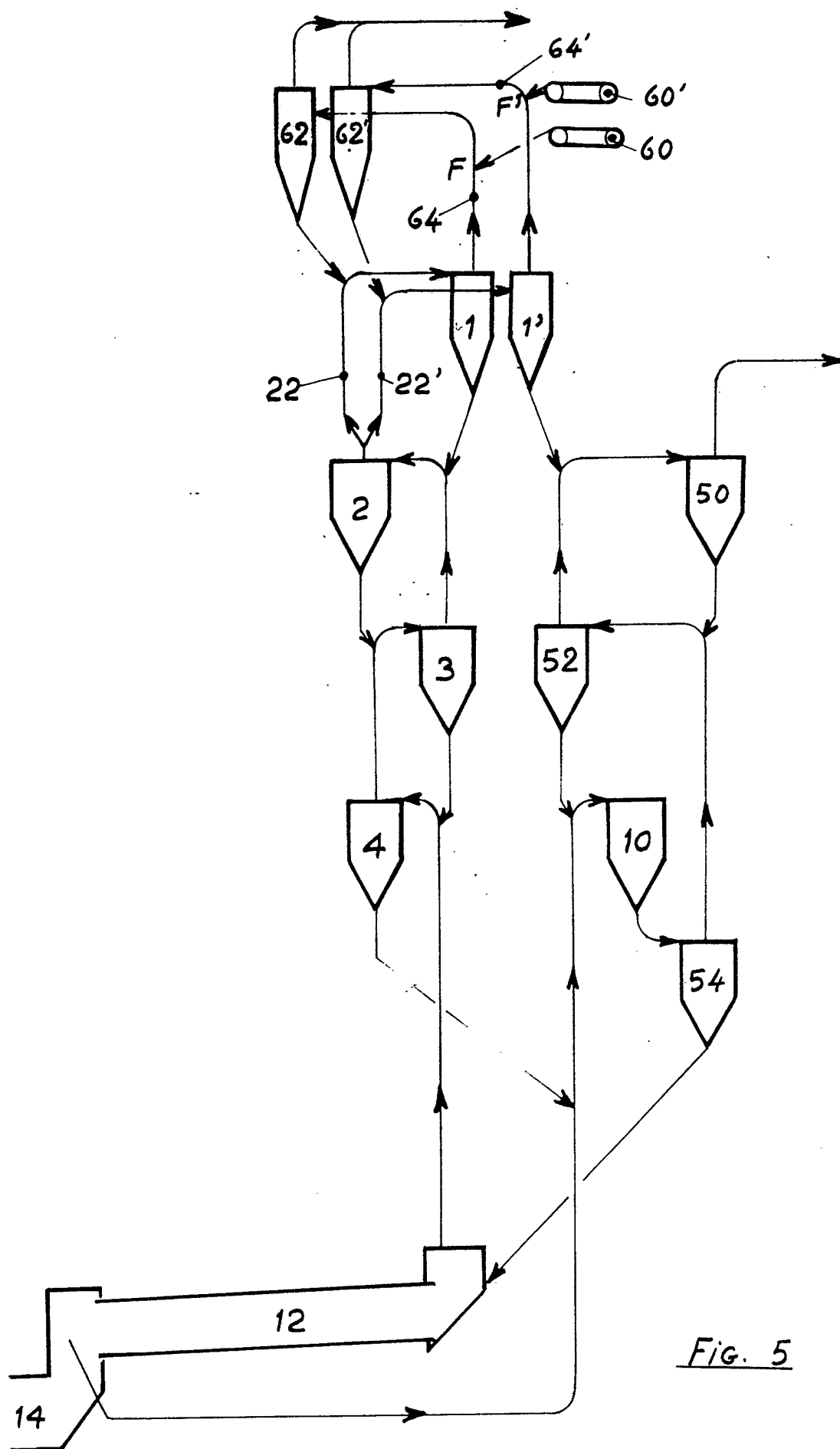


Fig. 5