

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43)

Date de publication:

22.05.2002 Bulletin 2002/21

(51)

Int Cl.7:

C21D 9/00, C21D 1/62

(21)

Numéro de dépôt:

01811070.0

(22)

Date de dépôt:

06.11.2001

(84) Etats contractants désignés: AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR Etats d'extension désignés: AL LT LV MK RO SI	(72) Inventeurs: - Aubry, Roland 2800 Delémont (CH) - Steulet, Marc-Aurèle 2842 Rossemaison (CH)
(30) Priorité: 15.11.2000 CH 22262000	(74) Mandataire: Bollhalder, Renato et al A. Braun Braun Héritier Eschmann AG Patentanwälte VSP Holbeinstrasse 36-38 4051 Basel (CH)
(71) Demandeur: Four Electrique Delémont S.A. 2800 Delémont (CH)	

(54)

Dispositif de traitement thermique de pièces métalliques

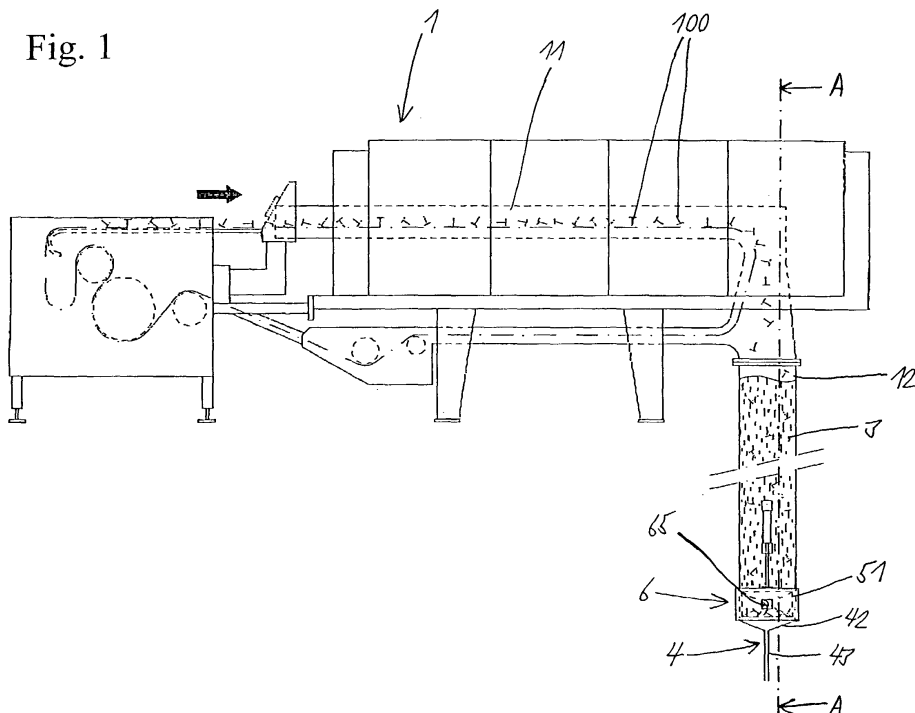
(57)

Un dispositif de traitement thermique de pièces métalliques comprend un four continu (1) pour chauffer des pièces métalliques (100) et un bain fluidisé (3) de particules solides pour tremper les pièces métalliques (100) chauffées. Le four (1) comprend un laboratoire (11) destiné à être traversé par les pièces métalliques

(100)

à traiter et un canal de chute (12) dans lequel tombent les pièces métalliques (100) après avoir traversé le laboratoire (11). Le bain fluidisé (3) est disposé directement dans le canal de chute (12). Un dispositif de fluidisation (4) servant à injecter du gaz de fluidisation dans le canal de chute (12) est disposé sous le canal de chute (12).

Fig. 1



Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif de traitement thermique de pièces métalliques selon le préambule de la revendication indépendante 1.

[0002] Pour améliorer les caractéristiques mécaniques et métallurgiques de pièces métalliques, il est connu de chauffer les pièces métalliques à traiter dans un four à une haute température de plusieurs centaines de °C et de les tremper ensuite, c'est-à-dire de les refroidir à une vitesse supérieure à celle obtenue à l'air ordinaire. Le chauffage peut être effectué dans un laboratoire d'un four continu qui est traversé en continu par les pièces métalliques qui se trouvent par exemple sur un tapis de transport. Après avoir traversé le laboratoire, les pièces métalliques tombent par gravité dans un canal de chute, d'où elles sont transférées à une chambre de trempe.

[0003] Les principaux modes de trempe sont les suivants:

- l'immersion des pièces métalliques dans un liquide tel que l'eau, l'eau salée, des polymères en solution, de l'huile ou du sel fondu;
- l'injection de gaz tel que l'azote, l'air, l'hélium ou leur mélange ou la vapeur d'eau;
- l'injection biphasée d'un liquide propulsé par un gaz;
- l'immersion des pièces métalliques dans un bain fluidisé de particules solides.

[0004] Des bains fluidisés sont utilisés depuis des décennies comme milieu d'échange thermique ou de maintien de température. Leurs avantages principaux sont les suivants: pas de post-lavage nécessaire (huile, polymères, sel), pas de problème d'effluents à traiter (huile, polymères, sel), pas de dégradation progressive des performances (polymères), mise en oeuvre aisée, pas de solidification à basse température (sel), pas de corrosion du matériel (sel, polymères) et pas de danger d'intoxication, d'incendie ou d'explosion. Le pouvoir de refroidissement du bain fluidisé est cependant limité, car aucune chaleur latente de vaporisation ne peut être mise à profit, contrairement aux liquides cités. Certaines astuces permettent des améliorations, comme l'aspersion du bain par de l'eau, l'usage de gaz de fluidisation à haute caractéristique thermique (H_2 , He), le refroidissement du bain par un fluide cryogénique (N_2), etc.

[0005] Un exemple d'un dispositif de traitement thermique de pièces métalliques comprenant un four continu pour chauffer des pièces métalliques et un bain fluidisé de particules solides pour tremper les pièces métalliques chauffées est décrit dans la demande de brevet européen EP-A-0 514 325. Le four comprend un laboratoire qui est traversé par les pièces métalliques à traiter sur un tapis de transport. Après avoir traversé le laboratoire, les pièces métalliques tombent par gravité dans un canal de chute, d'où elles sont transférées par une roue à cellules à une chambre de trempe dans la-

quelle est disposé le bain fluidisé. La roue à cellules ferme la chambre de trempe envers le canal de chute. L'extraction des pièces métalliques de la chambre de trempe se fait par un dispositif de transport comportant deux barillets tournants avec chacun une hélice pour le transport des pièces métalliques à l'intérieur. Bien que les barillets aient des manteaux perforés, le bain fluidisé de particules solides est destabilisé par les deux barillets.

[0006] La présente invention a pour but de proposer un dispositif de traitement thermique de pièces métalliques permettant une trempe des pièces métalliques chaudes dans un bain fluidisé stable. Avantagusement, l'extraction des pièces métalliques trempées du bain fluidisé devrait s'effectuer sans interrompre la fluidisation des particules solides du bain.

[0007] Le but de l'invention est atteint par le dispositif de traitement thermique de pièces métalliques selon la revendication indépendante 1. Des formes d'exécution préférées sont définies dans les revendications dépendantes 2 à 9.

[0008] L'essentiel de l'invention consiste en ce qui suit: Le dispositif de traitement thermique de pièces métalliques comprend un four continu pour chauffer des pièces métalliques et un bain fluidisé de particules solides pour tremper les pièces métalliques chauffées. Le four continu comprend un laboratoire destiné à être traversé par les pièces métalliques à traiter et un canal de chute dans lequel tombent les pièces métalliques après avoir traversé le laboratoire. Le bain fluidisé est disposé directement dans le canal de chute. Un dispositif de fluidisation servant à injecter du gaz de fluidisation dans le canal de chute est disposé sous le canal de chute.

[0009] Le bain de particules solides dans le canal de chute est traversé de bas en haut par le gaz de fluidisation, dont le débit minimal opérationnel de fluidisation est fonction de la section du bain à fluidiser et du type de particules solides. Le gaz de fluidisation entre dans le laboratoire du four continu et est consommé par le four, c'est-à-dire qu'on choisit un gaz qui est compatible avec l'atmosphère de traitement thermique du four. Le gaz de fluidisation a donc une double fonction, ce qui est un avantage particulier du dispositif selon l'invention. De préférence, le gaz de fluidisation est un gaz de haute conductivité thermique, par exemple N_2 , un mélange de N_2 et H_2 ou un gaz endothermique.

[0010] Selon la section de fluidisation retenue, le débit de gaz de fluidisation est du même ordre de grandeur que le débit de gaz porteur du four, pouvant donc s'y substituer complètement. En cas de débit de gaz de fluidisation supérieur à ce qui serait nécessaire, des moyens de recyclage du gaz de fluidisation dans le canal de chute du four devront être prévus, dont le débit s'additionnera alors au débit de gaz frais injecté pour la fluidisation. Ces moyens de recyclage comportent de préférence un canal de recyclage dont l'entrée est raccordée au canal de chute au-dessus du niveau supérieur du bain fluidisé et la sortie est raccordée au dispositif de fluidisation. Une pompe d'aspiration est disposée

dans le canal de recyclage pour aspirer du gaz de fluidisation du canal de chute et le pomper dans le dispositif de fluidisation. De préférence, le débit de gaz recyclé est modulable, par exemple par une vanne de réglage de gaz. Le débit et la composition du gaz de fluidisation pourront être optimisés en fonction des performances de refroidissement à atteindre sur les pièces métalliques, ainsi que des impératifs de coût. Il est bien évidemment aussi possible d'injecter un gaz supplémentaire, par exemple un gaz de protection, directement dans le four continu, gaz qui s'additionne alors au gaz de fluidisation.

[0011] Les pièces métalliques à tremper sont par exemple des pièces de série, chargées en vrac sur le tapis dans le four continu, des pièces découpées, pliées, ou des pièces tournées, décolletées, étirées ou formées à froid ou à chaud. Elles sont le plus souvent en acier, le type d'acier choisi devant être trempable en bain fluidisé, en vue d'obtenir la structure de trempe désirée pour les dimensions des pièces. Les catalogues des aciéristes et les atlas des courbes TRC (transformation en refroidissement continu) et TTT (transformation temps température) renseignent sur la faisabilité de ce mode de trempe. Par exemples, les aciers du type Cr, Cr-Mo, Cr-Ni-Mo ou Cr-V conviendront bien aux dimensions citées.

[0012] Le bain de particules solides choisi pour la fluidisation est composé par exemple d'oxydes métalliques de granulométrie fine, jusqu'à 1000 microns au maximum, par exemple de Al_2O_3 , ZrO_2 , SiO_2 , mullite ou autres. Le type de matière choisi définit les caractéristiques de transfert thermique des pièces trempées, ainsi que les paramètres de la fluidisation gazeuse. Il faut connaître la densité apparente, la densité en fluidisation, la capacité thermique et la conductivité thermique des particules solides. Elles doivent être chimiquement inertes aux conditions de gaz et de température opérationnelles.

[0013] La température opérationnelle du bain fluidisé est adaptée au mode de trempe: température voisine de la température ambiante pour la trempe martensitique, température isotherme supérieure à la température M_s (martensite start) de début de formation de la martensite pour la trempe de type bainitique. Cette température isotherme peut aller de 160°C à 350°C suivant le type d'acier et la dureté finale demandée pour la bainite. Il faut savoir que ce bain de particules homogénéisé en température par fluidisation représente une grande inertie thermique lors de l'arrêt de la fluidisation. Le maintien isotherme pour la durée de transformation bainitique, par exemple de 10 à 60 minutes, peut se faire aussi dans une zone de maintien isotherme hors du bain de trempe dans le canal de chute.

[0014] Le dispositif de traitement thermique selon l'invention comporte de préférence un panier de récupération de pièces métalliques amovible qui est placé au fond du canal de chute. Le panier de récupération possède un fond avec une multiplicité d'orifices laissant

passer le gaz de fluidisation, mais pas les particules solides de fluidisation. Grâce à ces orifices, du gaz de fluidisation peut être injecté dans le bain fluidisé de particules solides par le dispositif de fluidisation à travers le panier de récupération. Le bain fluidisé est maintenu stable malgré le panier de récupération. Les pièces métalliques trempées dans le bain fluidisé tombent dans le panier de récupération au fond du canal de chute et peuvent être extraites du canal de chute par transfert du panier de récupération hors du canal de chute.

[0015] De préférence, un canal de transfert est raccordé au canal de chute, le canal de transfert comportant une partie d'amenée à travers laquelle le panier de récupération est amené au fond du canal de chute et une partie d'extraction à travers laquelle le panier de récupération est écarté du fond du canal de chute. De préférence, le début de la partie d'amenée et la fin de la partie d'extraction sont fermés chacun par au moins une porte ouvrable. La fermeture du canal de transfert vers l'extérieur assure que la pression subatmosphérique dans le canal de chute et par la suite la fluidisation du bain de particules solides sont maintenues.

[0016] Dans une forme d'exécution préférée du dispositif de traitement thermique selon l'invention, plusieurs paniers de récupération sont disposables dans le canal de transfert, le dispositif comprenant des moyens pour transférer les paniers de récupération du début de la partie d'amenée à la fin de la partie d'extraction. L'utilisation de plusieurs paniers de récupération et leur transfert dans le canal de transfert permet le remplacement du panier dans le canal de chute par un autre panier pendant que le bain fluidisé est maintenu. De cette manière, des pièces métalliques trempées peuvent être extraites du bain fluidisé quasi continuellement.

[0017] Une forme d'exécution particulièrement préférée du dispositif de traitement thermique selon l'invention comprend des moyens de refroidissement du bain fluidisé. Ces moyens de refroidissement comportent de préférence un canal de refroidissement disposé à côté du canal de chute et destiné à récupérer des particules solides réchauffées par débordement au sommet du bain fluidisé et à les réintroduire dans le bain fluidisé par des ouïes latérales ou un passage annulaire dans une partie inférieure du canal de chute. De préférence, un échangeur à liquide caloporteur, par exemple l'eau, est disposé dans le canal de refroidissement, échangeur qui extrait la chaleur des particules solides descendantes. De préférence, le canal de refroidissement entoure des parties du canal de chute. Le refroidissement des particules solides descendant dans le canal de refroidissement et leur réintroduction dans le bain fluidisé permet le maintien du bain fluidisé à une température basse désirée.

[0018] Dans une forme d'exécution préférée du dispositif de traitement thermique selon l'invention, une zone de maintien isotherme isolée fait suite à la partie d'extraction du canal de transfert. De préférence, des corps de chauffe sont disposés dans cette zone et des paniers

de récupération sont empilés sur un descenseur à charge. Les paniers de récupération contenant les pièces métalliques sont maintenus dans cette zone de maintien isotherme à une température constante pendant un certain laps de temps, permettant une trempe de type bainitique.

[0019] Le dispositif de traitement thermique selon l'invention comprend de préférence une cellule de conditionnement de particules solides pour le bain fluidisé. Cette cellule de conditionnement comporte un bac de récupération de particules solides, un dispositif de fluidisation des particules solides dans le bac de récupération et des moyens de thermostatisation du bac de récupération à une température choisie. La cellule de conditionnement permet de conditionner des particules solides pour le bain fluidisé à l'intérieur du canal de chute du four à une température choisie en dehors du canal de chute. Ces particules solides conditionnées peuvent ensuite être amenées dans le bain fluidisé dans le canal de chute par un panier de récupération.

[0020] Des formes d'exécution de l'invention sont décrites ci-après à titre d'exemples à l'aide des dessins annexés, dans lesquels:

- la figure 1 est une coupe longitudinale schématique d'une première forme d'exécution d'un dispositif de traitement thermique selon l'invention;
- la figure 2 est une coupe transversale schématique du dispositif de traitement thermique de la figure 1 selon la ligne en traits et points A-A;
- la figure 3 est une vue éclatée d'un panier de récupération, d'une grille de support et d'un diffuseur pyramidal d'un dispositif de fluidisation;
- la figure 4 est une coupe transversale schématique d'une partie d'une deuxième forme d'exécution d'un dispositif de traitement thermique selon l'invention, comportant des moyens de refroidissement du bain fluidisé et des moyens de recyclage de gaz de fluidisation;
- la figure 5 est un schéma montrant le transfert de paniers de récupération dans le canal de transfert;
- la figure 6 est une coupe transversale schématique d'une partie d'une troisième forme d'exécution d'un dispositif de traitement thermique selon l'invention, comportant une zone de maintien isotherme isolée; et
- les figures 7 et 8 montrent le conditionnement de particules solides pour le bain fluidisé de trempe dans une cellule de conditionnement.

Figures 1 à 3

[0021] Un dispositif de traitement thermique de pièces métalliques selon une première forme d'exécution de l'invention comprend un four continu 1 pour chauffer des pièces métalliques à traiter 100. Les pièces métalliques à traiter 100 sont transportées en vrac sur un tapis de transport entraîné et traversent un laboratoire 11, où elles sont chauffées en général à une température de plusieurs centaines de °C, de manière à être austénisées. Après avoir traversé le laboratoire 11, les pièces métalliques chauffées 100 tombent par gravité dans un canal de chute 12, où se trouve un bain fluidisé 3 de particules solides. Durant leur chute par gravité dans le bain fluidisé 3, les pièces métalliques 100 subissent une trempe et atteignent la température plus basse du bain en un temps suffisamment court pour permettre l'obtention de la microstructure finale désirée, tant en surface qu'à coeur. Les éventuels chocs entre pièces métalliques 100 ou au fond du canal de chute 12 sont amortis naturellement par le bain fluidisé 3, comparable à un fluide visqueux.

[0022] Un panier de récupération 52 est placé sur une grille de support 41 au fond du canal de chute 12 et récupère les particules solides trempées qui tombent. Le panier de récupération 52 possède quatre parois verticales 504-507 et un fond 501 avec une multiplicité d'orifices 502 laissant passer le gaz de fluidisation, mais non pas les particules solides de fluidisation. Grâce à ces orifices, du gaz de fluidisation peut être injecté dans le bain fluidisé 3 de particules solides à travers le panier de récupération. Au-dessus de chaque orifice 502 est disposé un couvercle 503 en forme de demi tube couché ouvert aux deux côtés. Ces couvercles 503 empêchent que des particules solides ou des pièces métalliques 100 tombent directement sur les orifices 502 et les obstruent. Les pièces métalliques 100 s'accumulent au fond du panier de récupération 52 pendant un temps de remplissage prédéterminé choisi, par exemple de quelques minutes. Durant ce laps de temps, la charge de pièces métalliques 100 est constamment traversée par le gaz de fluidisation. D'autres systèmes de répartition du gaz peuvent être envisagés.

[0023] Le gaz de fluidisation est injecté dans le canal de chute 12 par un dispositif de fluidisation 4 placé au-dessous du canal de chute 12. Le dispositif de fluidisation 4 comporte un diffuseur 42 qui diffuse le gaz de fluidisation provenant d'une conduite 43 à travers la grille de support 41 et le panier de récupération 52 dans le canal de chute 12. L'alimentation en gaz du dispositif de fluidisation 4 n'est pas représentée. Différents dispositifs de fluidisation utilisables sont connus de l'état de la technique.

[0024] Un canal de transfert 6 s'étendant horizontalement est raccordé au canal de chute 12. Le canal de transfert 6 comporte une partie d'amenée 61 à travers laquelle des paniers de récupération 51-53 sont amenés au fond du canal de chute 12 et une partie d'extrac-

tion 62 à travers laquelle les paniers de récupération 51-53 sont écartés du fond du canal de chute 12. A la figure 2, un panier de récupération 51 se trouve dans la partie d'amenée 61, un panier de récupération 52 dans le canal de chute 12 et un panier de récupération 53 dans la partie d'extraction 62. Les paniers de récupération 51 et 53 sont au moins partiellement remplis de particules solides inertes, c'est-à-dire non fluidisées, ce qui est indiqué schématiquement par des diagonales croisées sur la paroi avant 505. Dans le panier de récupération 53, des pièces métalliques trempées 100 sont mélangées avec des particules solides. Dans le panier de récupération 52, le bain de particules solides est fluidisé.

[0025] Le début de la partie d'amenée 61 et la fin de la partie d'extraction 62 sont fermés chacun par une porte ouvrable 63 respectivement 64. Les portes ouvrables 63 et 64 comportent chacune une plaque de fermeture 631 respectivement 641 commandée par un vérin 632 respectivement 642. La fermeture du canal de transfert 6 assure que la pression subatmosphérique dans le canal de chute 12 est maintenue.

[0026] Un vérin de transfert 65 pour le transfert du panier de récupération 51 dans la partie d'amenée 61 du canal de transfert 6 est fixé à la plaque de fermeture 631 de la porte ouvrable 63. Le maniement des paniers de récupération 51-53 est expliqué plus bas en connexion avec la figure 5.

[0027] Pour le reste de la description, on tiendra compte des considérations suivantes. Lorsque des signes de référence apparaissent dans une figure pour mieux expliquer le dessin, mais qu'ils ne sont pas expliqués dans le texte descriptif immédiatement associé, on se référera à leur mention dans les descriptions de figures précédentes.

Figure 4

[0028] Dans cette deuxième forme d'exécution, le dispositif de traitement thermique comporte, additionnellement à la première forme d'exécution, des moyens de refroidissement du bain fluidisé 3 dans le canal de chute 12 et des moyens de recyclage de gaz de fluidisation.

[0029] Le canal de chute 12 est entouré sur une grande partie de sa hauteur par un canal de refroidissement 7 qui récupère des particules solides réchauffées par débordement au sommet du bain fluidisé 3 par un passage annulaire 73 ou alternativement par des ouïes latérales dans la paroi du canal de chute 12. Les particules solides récupérées descendent dans le canal de refroidissement 7 et sont réintroduites dans le bain fluidisé 3 par des ouïes latérales 71 ou alternativement par un passage annulaire dans une partie inférieure du canal de chute 12, juste au-dessus du panier de récupération 52. Un échangeur à liquide caloporteur 72 est disposé dans le canal de refroidissement 7 et permet le refroidissement des particules solides descendantes. La chaleur des particules solides est extraites par le liquide ca-

loporteur, par exemple de l'eau. Ces moyens de refroidissement permettent le maintien du bain fluidisé 3 à une température de trempe basse désirée.

[0030] On voit ici que l'alimentation de la conduite 43 du dispositif de fluidisation 4 en gaz de fluidisation frais est réglable à l'aide d'une vanne de réglage de gaz 45. Le débit du gaz entrant dans la conduite 43 peut être mesuré avec un débitmètre de gaz 44.

[0031] Pour rendre le débit de gaz de fluidisation indépendant du débit utile de gaz de protection consommé par le four et son processus de chauffage, il est possible de prévoir un recyclage de gaz de fluidisation en circuit fermé. Les moyens de recyclage comportent ici un canal de recyclage 8 dont l'entrée est raccordée au canal de chute 12 au-dessus du niveau supérieur du bain fluidisé 3. Des prises latérales multiples permettent de répartir l'aspiration par une pompe d'aspiration 81 disposée dans le canal de recyclage 8 sur le pourtour du canal de chute 12. La sortie du canal de recyclage 8 est raccordée au dispositif de fluidisation 4 entre la vanne de réglage de gaz 45 et le débitmètre de gaz 44. Le débit de gaz recyclé peut être modulé par une vanne de réglage de gaz 82. Il peut être beaucoup plus important que le débit de gaz de fluidisation frais et peut atteindre par exemple jusqu'à dix fois le débit minimum de fluidisation. Un système 83 de séparation de particules solides emmenées avec le gaz aspiré sert à protéger la pompe d'aspiration 81.

Figure 5

[0032] Cette figure montre le transfert de paniers de récupération 51-54 dans le canal de transfert 6. Dans la première situation tout en haut, qui correspond à celles des figures 1, 2 et 4, un panier de récupération 51 se trouve dans la partie d'amenée 61, un panier de récupération 52 dans le canal de chute 12 et un panier de récupération 53 dans la partie d'extraction 62. Les portes 63 et 64 sont fermées.

[0033] Pour évacuer le panier de récupération 53 rempli de pièces métalliques 100 et de particules solides du canal de transfert 6, la porte 64 est ouverte. Ensuite, le panier de récupération 53 est tiré hors du canal de transfert 6 par un vérin de transfert 66 accroché au panier 53 à l'aide d'un crochet 661. C'est la deuxième situation représentée.

[0034] Puis, comme représenté dans la troisième illustration, la porte 64 est refermée et les paniers de récupération 51 et 52 dans le canal de transfert 6 sont poussés de la partie d'amenée 61 dans la partie du canal de chute 12 et de cette partie du canal de chute 12 dans la partie d'extraction 62, respectivement, par le vérin de transfert 65. Pendant le transfert des paniers de récupération 51 et 52 la fluidisation du bain de particules solides est maintenue pour faciliter la translation des paniers. La durée du transfert des paniers de récupération 51 et 52 est par exemple de quelques secondes, ce qui ne nécessite pas obligatoirement l'arrêt de la chute des

pièces métalliques 100.

[0035] Une fois le panier de récupération 51 arrivé dans le canal de chute 12, la porte 63 est ouverte et un nouveau panier de récupération 54 rempli de particules solides, de préférence préconditionnées en température, est inséré dans la partie d'amenée 61 du canal de transfert 6, comme représenté dans la dernière illustration.

[0036] En variante, en plus des portes 63 et 64, des sas peuvent être prévus.

Figure 6

[0037] Après la trempe des pièces métalliques 100 dans le bain fluidisé 3 dans le canal de chute 12, différentes suites du processus sont possibles, par exemple une trempe martensitique ou une trempe bainitique.

[0038] Le dispositif représenté à la figure 6 se prête particulièrement bien à une trempe bainitique. Il comporte une zone de maintien isotherme 9 isolée directement après la partie d'extraction 62 du canal de transfert 6. Cette zone de maintien isotherme 9 est entourée par une paroi isolante 93 et comporte des corps de chauffe 92. Son entrée peut être fermée par la porte 64 du canal de transfert 6, pendant qu'à sa sortie, une porte 94 comprenant une plaque de fermeture 941 et un vérin 942 est prévue. A l'intérieur de la zone de maintien isotherme 9, les paniers de récupération 54-58 sont empilés sur un descenseur à charge 91. Des descenseurs à charge 91 qui permettent d'évacuer un panier de récupération 59 au bas de la pile et de descendre les autres paniers de récupération 54-58 sont connus dans l'état de la technique.

[0039] Le transfert du prochain panier de récupération 53 de la partie d'extraction 62 du canal de transfert 6, qui est aussi isolée dans cette forme d'exécution, au descenseur à charge 91 est réalisé par le vérin de transfert 66 accroché au panier 53 à l'aide du crochet 661. Une vue en détail de l'accrochage du panier de récupération 53 montre que celui-ci comporte dans le cas présent une bascule 531 qui est tirée par un ressort 532 en direction de l'intérieur du panier 53. Le crochet 661 est accroché à la bascule 531 sur le côté du ressort 532 et peut être libéré par une poussée en direction de l'intérieur du panier 53.

[0040] Si par exemple un panier de récupération 51-59 entre dans la zone de maintien isotherme 9 et un autre panier sort de la zone de maintien isotherme 9 toutes les 6 minutes, chaque panier de récupération 51-59 reste dans la zone de maintien isotherme 9 au moins 30 minutes. Le maintien isotherme est assuré ici d'une part par la masse des particules solides inertes qui entourent les pièces métalliques 100 et d'autre part par les corps de chauffe 92.

Figures 7 et 8

[0041] Lorsque le panier de récupération 59 chargé

de pièces métalliques trempées 100 et de particules solides est extrait de la dernière station de traitement, il faut séparer les particules solides des pièces métalliques 100 et reconditionner les particules solides pour qu'elles soient aptes à remplir leur rôle de milieu de trempe à nouveau. A cet effet, le dispositif de traitement thermique selon l'invention comprend dans une forme d'exécution préférée une cellule de conditionnement 2 de particules solides pour le bain fluidisé 3, la cellule de conditionnement 2 comportant un bac de récupération 21 de particules solides, un dispositif de fluidisation 22 des particules solides dans le bac de récupération 21 et des moyens de thermostatisation 23 du bac de récupération 21 à une température choisie.

[0042] Comme on peut le voir à la figure 7, la séparation des particules solides des pièces métalliques 100 est réalisée à l'aide d'un panier de criblage 24 qui est posé sur le bac de récupération 21. Le mélange de pièces métalliques 100 et de particules solides du panier de récupération 59 est versé dans le panier de criblage 24 qui retient seulement les pièces métalliques 100. Les particules solides tombent dans le bac de récupération 21 et sont fluidisées dans ce bac par le dispositif de fluidisation 22.

[0043] Avec les moyens de thermostatisation 23, par exemple un échangeur à circulation d'eau ou des corps de chauffe électriques, tous deux commandés par un régulateur et une canne pyrométrique, les particules solides dans le bac de récupération 21 sont conditionnées jusqu'à ce qu'elles aient la température de traitement choisie pour le bain fluidisé 3 dans le canal de chute 12. S'il s'agit d'une trempe martensitique, cette température est si possible inférieure à la température M_f de fin de transformation martensitique de l'acier trempé, par exemple 30°C. S'il s'agit d'une trempe bainitique, cette température est supérieure à la température de transformation martensitique M_s de l'acier trempé, par exemple 320°C.

[0044] Après le criblage, le panier de criblage 24 contenant les pièces métalliques 100 est enlevé du bac de récupération 21, comme représenté à la figure 8. Ensuite, un panier de récupération 51 est rempli de particules solides fraîchement reconditionnées. A l'aide des particules solides de ce panier de récupération 51, le bain fluidisé de trempe 3 dans le canal de chute 12 peut être renouvelé partiellement.

[0045] D'autres variations du dispositif de traitement thermique de pièces métalliques selon l'invention peuvent être réalisées. On mentionnera ici encore explicitement qu'au lieu des vérins de transfert 65 et 66, d'autres organes de transfert chargés de la translation des paniers de récupérations 51-59 dans le canal de transfert 6 sont imaginables.

[0046] Ci-après, deux exemples d'utilisation d'un dispositif de traitement thermique de pièces métalliques selon l'invention sont décrits.

Exemple 1: Trempe martensitique

[0047] Production de 240 kg/h d'éléments de fixation en acier 42CrMo4 en four à tapis. Les pièces à traiter sont chargées automatiquement en vrac sur le tapis, en couche homogène régulière. La dimension des paniers de récupération est de 600 mm de largeur sur 400 mm de longueur, avec une hauteur de 150 mm. La cadence de transfert des paniers est choisie à 6 minutes, soit 24 kg de pièces par panier. La température du bain fluidisé est réglée au-dessous de la valeur M_f de l'acier, pour laquelle la transformation martensitique est complète, par exemple 50°C. Le bain est formé de particules de sable de type corindon d'une granulométrie moyenne de 200 microns. Le gaz de fluidisation est de l'azote (N_2) froid, à raison de 1,5 fois le débit minimum de fluidisation. Ce gaz remplit le canal de chute puis le laboratoire du four continu, où il est complété par des adjonctions de gaz garantissant l'intégrité superficielle des pièces traitées, par exemple du propane (C_3H_8). Les pièces trempées montrent une dureté supérieure à 650 HV (Dureté Vickers) après trempe, sont propres d'aspect, et ne nécessitent pas de lavage avant le revenu, qui se fait dans une installation ad hoc, par exemple un bain fluidisé. La masse de sable fluidisé est renouvelée partiellement toutes les 6 minutes, par l'apport du contenu du panier nouvellement enfourné. Chaque charge de panier représente par exemple entre 5 et 20% du total fluidisé.

Exemple 2: Trempe bainitique

[0048] Production de 200 kg/h de petits outils en acier 50CrV4 en four à tapis. Les pièces à traiter sont chargées automatiquement en vrac sur le tapis, en couche homogène régulière. La dimension des paniers de récupération est de 600 mm de largeur sur 400 mm de longueur, avec une hauteur de 150 mm. La cadence de transfert des paniers est choisie égale à 6 minutes, soit 20 kg de pièces par panier. La température du bain est réglée au-dessus de la température de début de transformation martensitique M_s de l'acier, de façon à permettre la transformation isotherme bainitique des pièces, par exemple 300°C. Le bain fluidisé est formé de particules de sable de type ZrO_2 d'une granulométrie moyenne de 100 microns. Le gaz de fluidisation est un mélange d'azote (N_2) et de 20% d'hydrogène (H_2), à raison de 2 fois le débit minimum de fluidisation. Ce gaz remplit le canal de chute puis le laboratoire du four continu, où il est complété par des adjonctions de gaz garantissant l'intégrité superficielle des pièces traitées, par exemple du propane (C_3H_8). Le sable est chauffé à la température de travail dans une cellule de conditionnement. La masse de sable fluidisé est renouvelée partiellement toutes les 6 minutes, par l'apport chaud du contenu du panier nouvellement enfourné. Chaque charge de panier représente par exemple entre 5 et 20% du total fluidisé. La chaleur apportée par les pièces trem-

pées favorise aussi le maintien du bain à température constante. Lorsque le panier fluidisé est plein, après 6 minutes de trempe, la translation vers la sortie arrête sa fluidisation.

[0049] Ce panier et sa charge de sable et de pièces à température de travail peuvent alors être acheminés dans la zone de maintien isotherme isolée, où les paniers sont empilés toutes les 6 minutes. Le maintien isotherme est assuré ici par la masse du sable inerte qui contient les pièces. Après la durée de transformation bainitique, typiquement de 30 minutes, le panier qui vient de faire 5 stations isothermes est extrait de la zone de maintien isotherme. Les pièces et le sable sont séparés, et le panier est rempli de sable chaud reconditionné pour être réenfourné au cycle suivant. Les pièces trempées sont refroidies à la température ambiante, ce qui leur confère une couleur bleue propre à l'oxydation subie au refroidissement à l'air. Après cette transformation bainitique, elles ont une dureté supérieure à 48 HRC (Dureté Rockwell), sont propres d'aspect, et ne nécessitent pas de lavage après trempe. Elles possèdent toutes les caractéristiques mécaniques performantes propres à ce type de structure.

Revendications

1. Dispositif de traitement thermique de pièces métalliques comprenant un four continu (1) pour chauffer des pièces métalliques (100) et un bain fluidisé (3) de particules solides pour tremper les pièces métalliques (100) chauffées, le four (1) comprenant un laboratoire (11) destiné à être traversé par les pièces métalliques (100) à traiter et un canal de chute (12) dans lequel tombent les pièces métalliques (100) après avoir traversé le laboratoire (11), **caractérisé en ce que** le bain fluidisé (3) est disposé directement dans le canal de chute (12), un dispositif de fluidisation (4) servant à injecter du gaz de fluidisation dans le canal de chute (12) étant disposé sous le canal de chute (12).
2. Dispositif de traitement thermique selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** panier de récupération (51-59) de pièces métalliques (100) amovible est placé au fond du canal de chute (12), le panier de récupération (51-59) possédant un fond (501) avec une multiplicité d'orifices (502) laissant passer le gaz de fluidisation, mais non pas les particules solides de fluidisation.
3. Dispositif de traitement thermique selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'un** canal de transfert (6) est raccordé au canal de chute (12), le canal de transfert (6) comportant une partie d'amenée (61) à travers laquelle le panier de récupération (51-59) est amené au fond du canal de chute (12) et une partie d'extraction (62) à travers laquelle le panier

de récupération (51-59) est écarté du fond du canal de chute (12), de préférence le début de la partie d'amenée (61) et la fin de la partie d'extraction (62) étant fermés chacun par au moins une porte ouvrable (63, 64).

4. Dispositif de traitement thermique selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** plusieurs paniers de récupération (51-59) sont disposables dans le canal de transfert (6) et **en ce qu'il** comprend des moyens pour transférer les paniers de récupération (51-59) du début de la partie d'amenée (61) à la fin de la partie d'extraction (62). 5

5. Dispositif de traitement thermique selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens de refroidissement du bain fluidisé (3), les moyens de refroidissement comportant de préférence un canal de refroidissement (7) disposé à côté du canal de chute (12) et destiné à récupérer des particules solides réchauffées par débordement au sommet du bain fluidisé (3) et à les réintroduire dans le bain fluidisé (3) par des ouïes latérales (71) ou un passage annulaire dans une partie inférieure du canal de chute (12), un échangeur à liquide caloporteur (72) étant de préférence disposé dans le canal de refroidissement (7), le canal de refroidissement (7) entourant de préférence des parties du canal de chute (12). 10 15 20 25 30

6. Dispositif de traitement thermique selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens de recyclage de gaz de fluidisation, les moyens de recyclage comportant de préférence un canal de recyclage (8) dont l'entrée est raccordée au canal de chute (12) au-dessus du niveau supérieur du bain fluidisé (3) et dont la sortie est raccordée au dispositif de fluidisation (4), une pompe d'aspiration (81) disposée dans le canal de recyclage (8) aspirant du gaz de fluidisation du canal de chute (12), de préférence le débit de gaz recyclé étant modulable. 35 40

7. Dispositif de traitement thermique selon l'une des revendications 3 à 6, **caractérisé en ce qu'une** zone de maintien isotherme (9) isolée fait suite à la partie d'extraction (62) du canal de transfert (6), zone dans laquelle de préférence des corps de chauffe (92) sont disposés et de préférence des paniers de récupération (51-59) sont empilés sur un descenseur à charge (91). 45 50

8. Dispositif de traitement thermique selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'il** comprend une cellule de conditionnement (2) de particules solides pour le bain fluidisé (3), la cellule de conditionnement (2) comportant un bac de récupération (21) de particules solides, un dispositif de fluidi-

disation (22) des particules solides dans le bac de récupération (21) et des moyens de thermostatisation (23) du bac de récupération (21) à une température choisie.

9. Dispositif de traitement thermique selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le gaz de fluidisation est un gaz approprié à la consommation par le four continu (1), de préférence un gaz de haute conductivité thermique, par exemple N₂, un mélange de N₂ et H₂ ou un gaz endothermique.

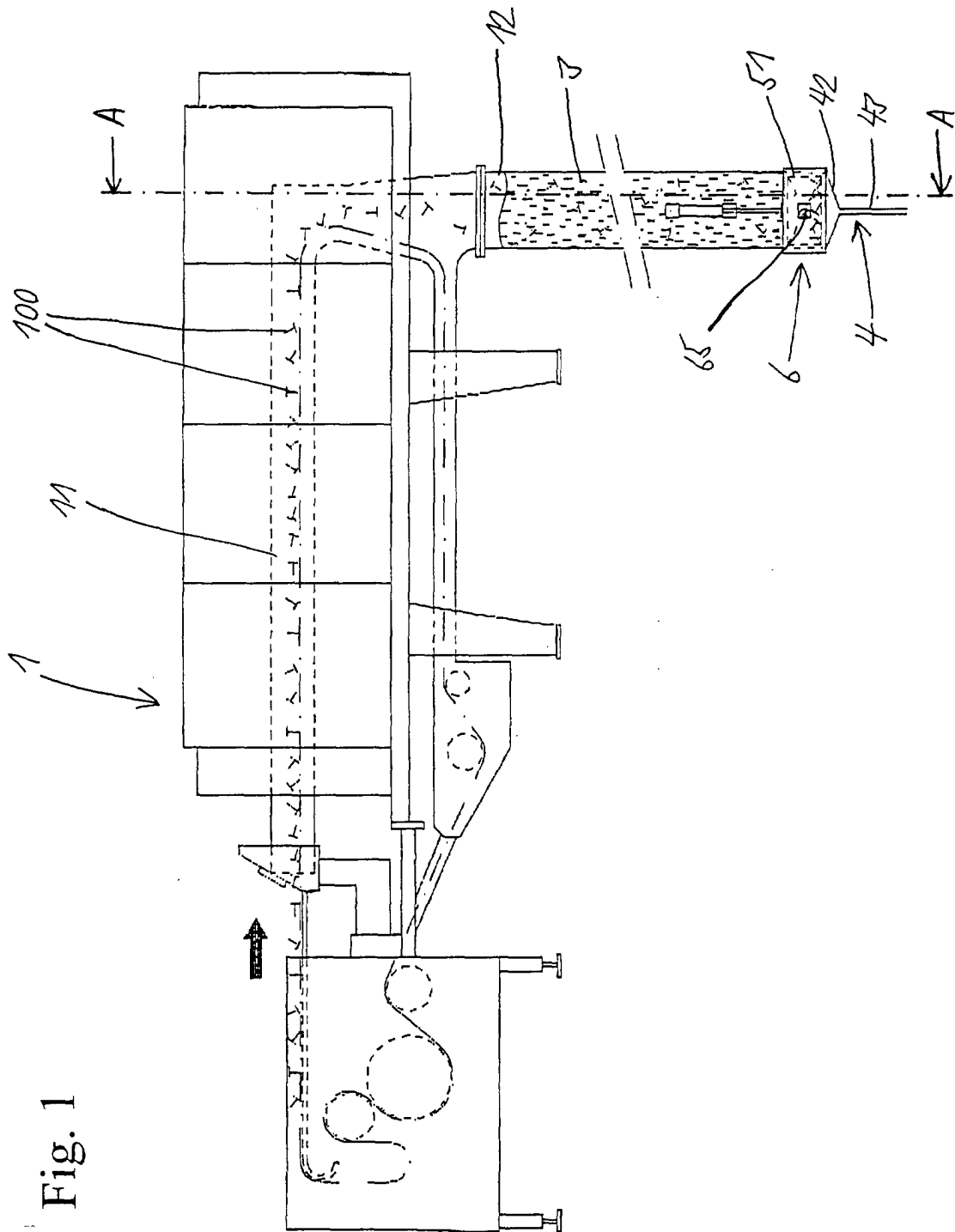


Fig. 2

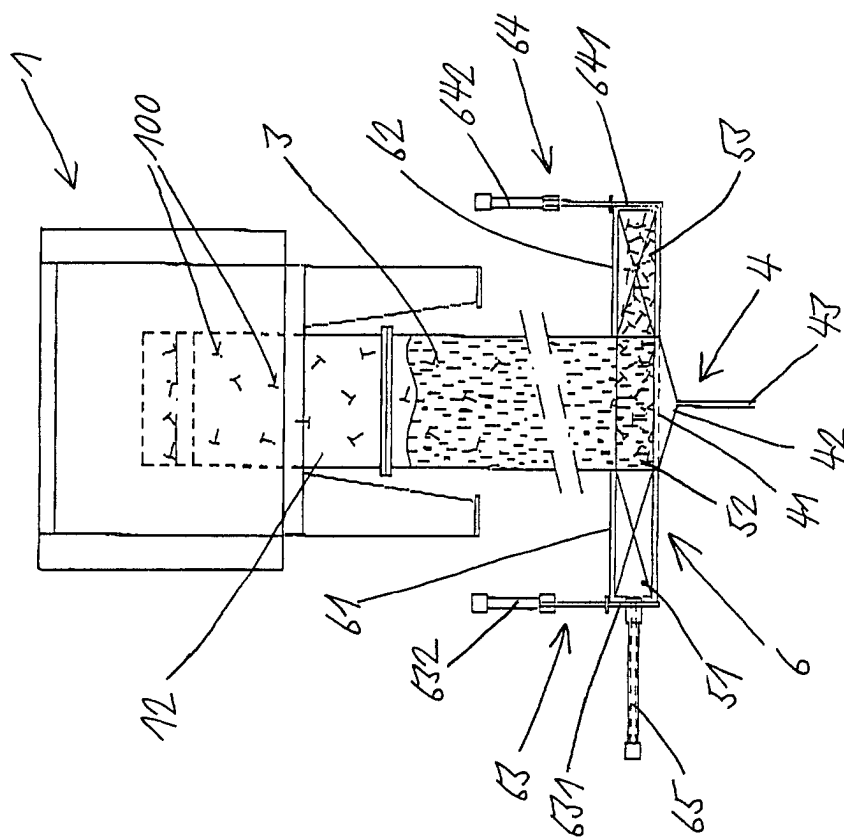
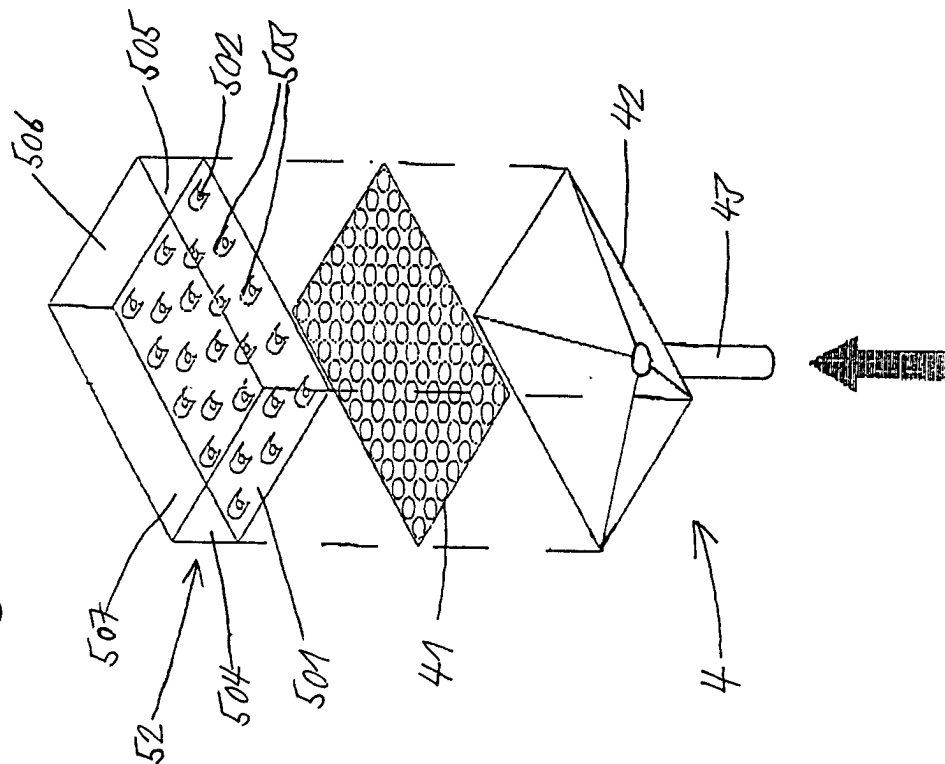


Fig. 3



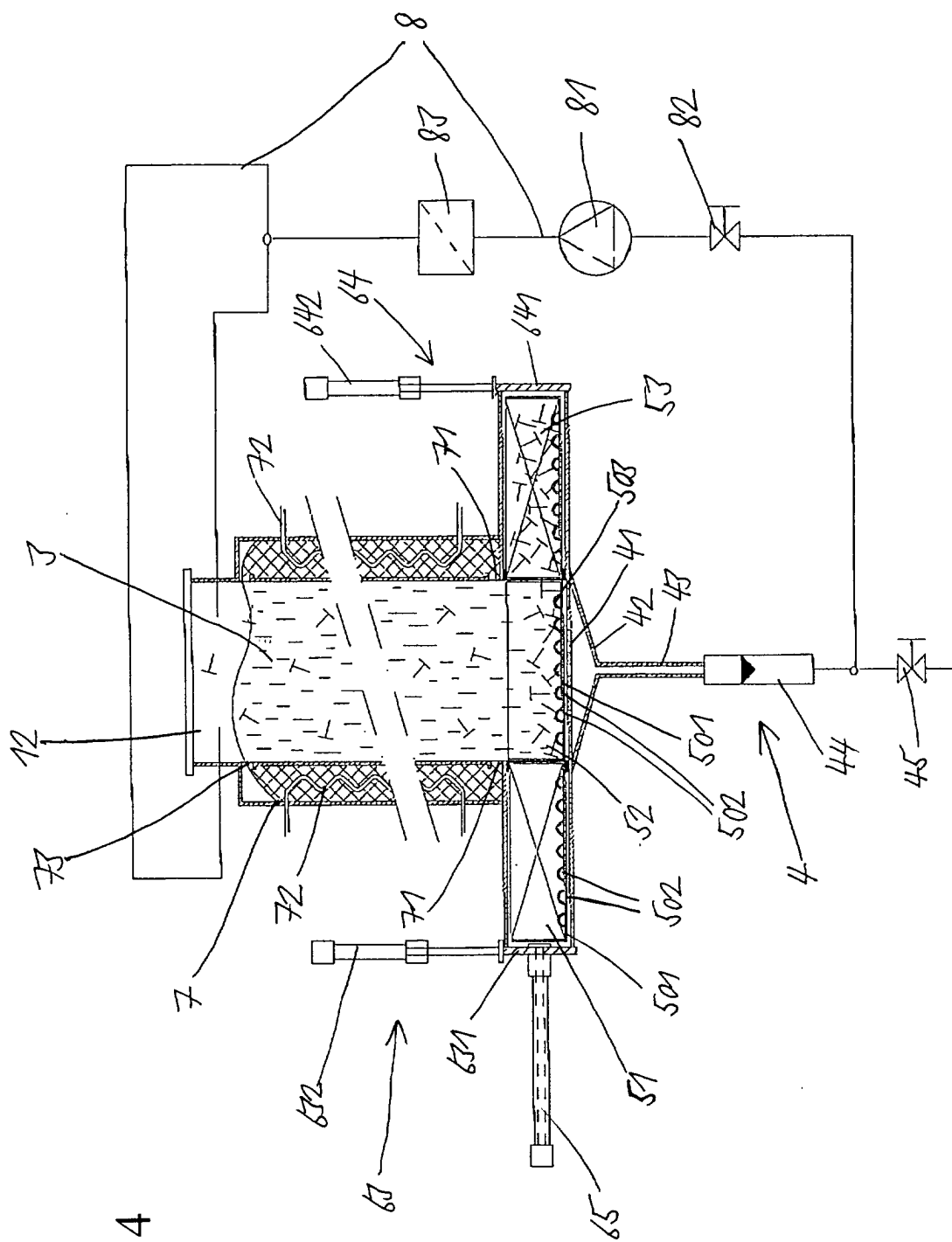


Fig. 4

Fig. 5

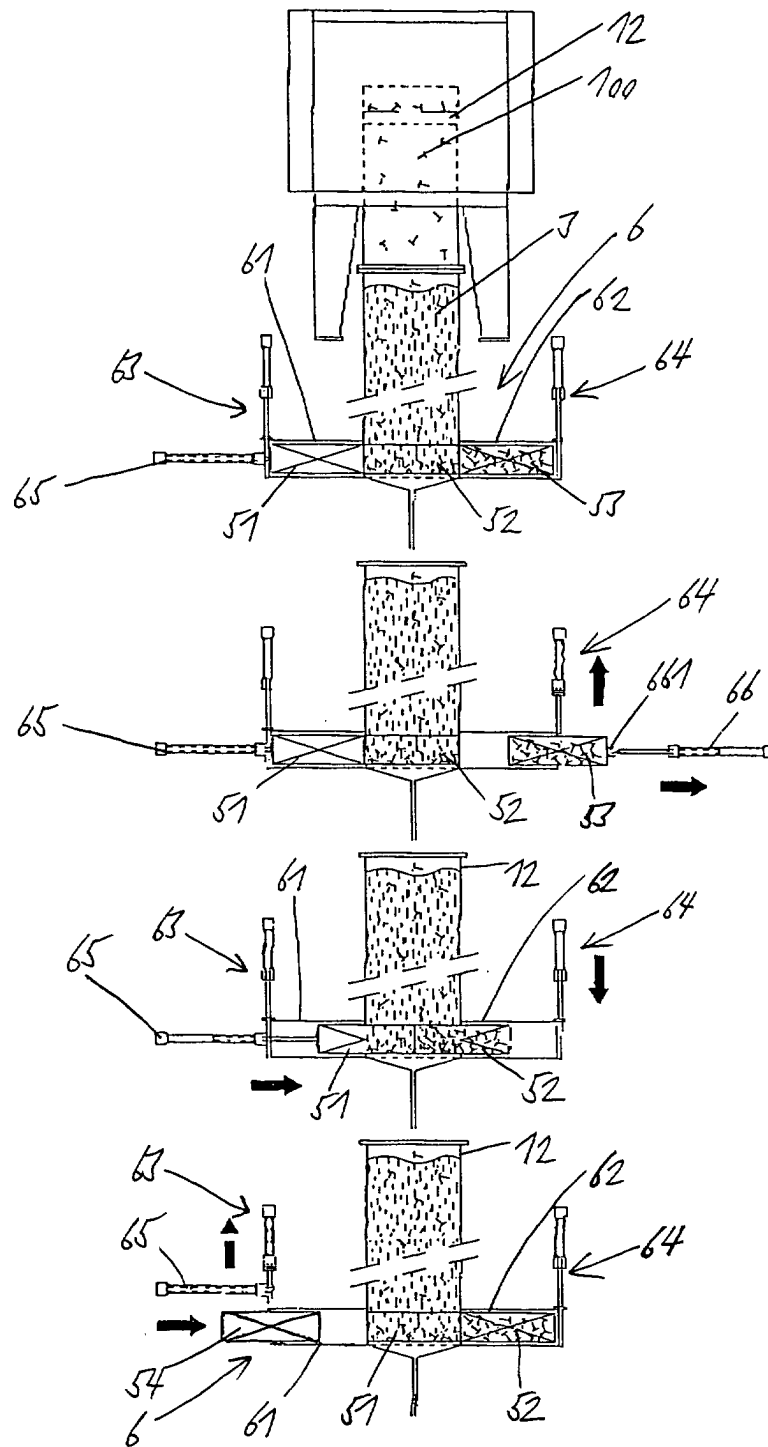


Fig. 6

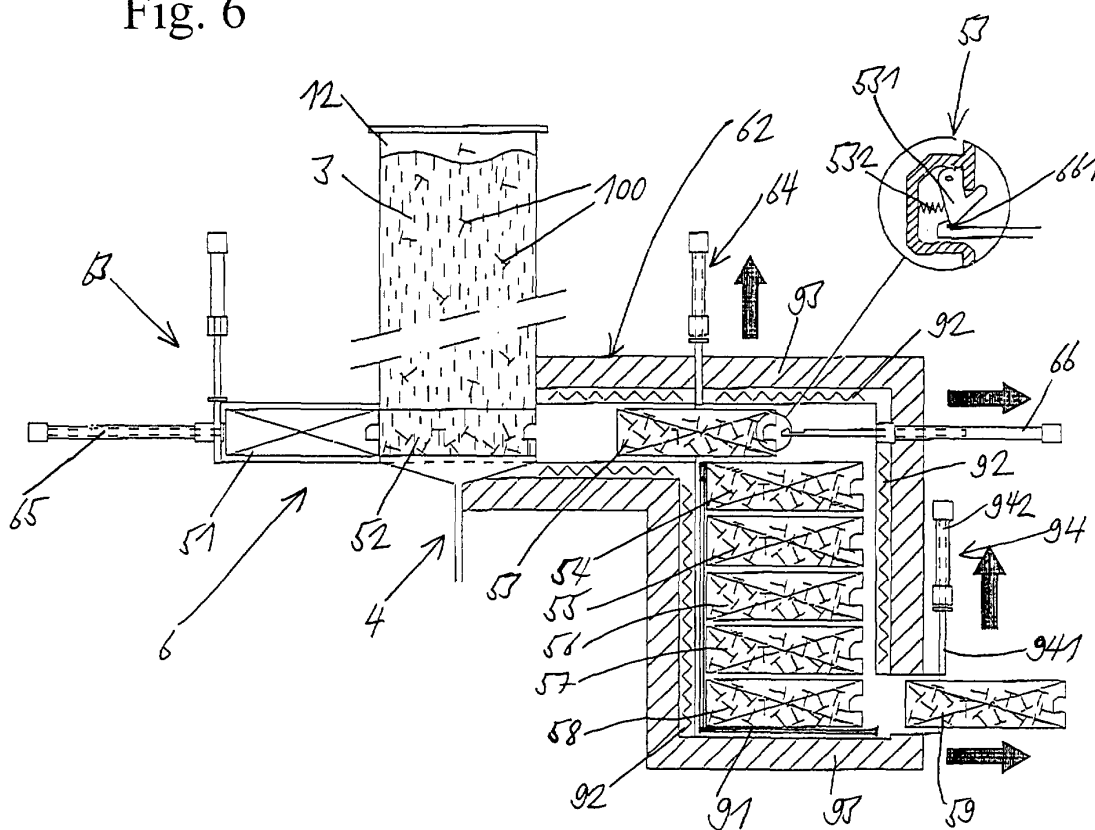


Fig. 7

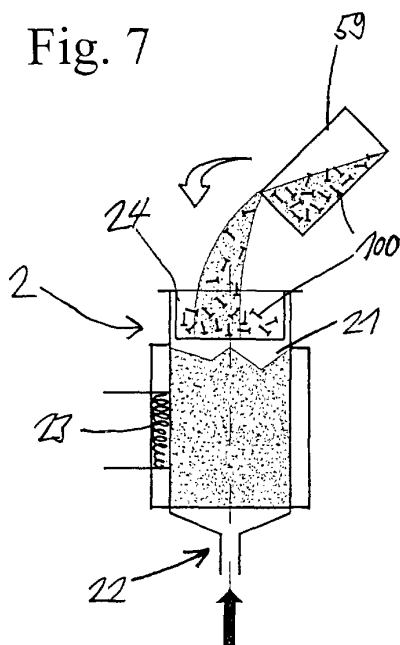


Fig. 8

