

(19)



(11)

EP 3 317 059 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
28.02.2024 Bulletin 2024/09

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
B28C 7/16 ^(2006.01) **E04F 21/12** ^(2006.01)
E04F 21/08 ^(2006.01) **E04G 21/04** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16757684.2**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
B28C 7/163; E04F 21/085; E04F 21/12;
E04G 21/0436

(22) Date de dépôt: **29.06.2016**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2016/000109

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2017/001734 (05.01.2017 Gazette 2017/01)

(54) **SYSTÈME ET PROCÉDÉ DE PROJECTION DE BÉTON LÉGER D'ISOLATION**

SYSTEM UND VERFAHREN ZUM SPRÜHEN VON LEICHTEM ISOLIERBETON

SYSTEM AND METHOD FOR SPRAYING LIGHTWEIGHT INSULATING CONCRETE

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorité: **30.06.2015 FR 1501393**

(43) Date de publication de la demande:
09.05.2018 Bulletin 2018/19

(73) Titulaire: **Eurl Baumer, Damien**
25620 Malbrans (FR)

(72) Inventeur: **BAUMER, Damien**
25620 Malbrans (FR)

(74) Mandataire: **Fédit-Loriot**
22, rue du Général Foy
75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A2- 0 378 437 WO-A1-00/76644
BE-A- 431 967 DE-A1- 2 056 145
FR-A1- 3 007 780 GB-A- 260 424
GB-A- 530 001 JP-A- 2006 224 651
US-A1- 2004 092 614

EP 3 317 059 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention a trait au domaine de la construction, et plus particulièrement à l'isolation thermique et/ou acoustique des bâtiments par projection d'un béton léger.

[0002] Le béton projeté est connu de longue date, comme l'atteste le brevet français FR 578 421 de 1924, qui décrit un dispositif de projection de béton par air comprimé.

[0003] Parmi les techniques de projection des bétons, on distingue la voie humide et la voie sèche. Dans la voie humide, l'eau est ajoutée au mélange du granulats et du liant pour former le béton avant que celui-ci ne soit projeté sur le site à revêtir. Dans la voie sèche, l'eau est ajoutée au mélange au moment de la projection. La voie humide a longtemps été utilisée (et l'est toujours) pour les bétons et mortiers minéraux.

[0004] Récemment, des techniques ont été imaginées pour la projection de bétons légers d'isolation, et plus particulièrement de bétons dans lesquels le granulats est un granulats végétal (typiquement de la chènevotte, c'est-à-dire la partie intérieure fragmentée de la tige de chanvre). On pourra par ex. se reporter à la demande de brevet français FR 2 923 242, qui décrit un procédé de projection de béton de faible densité, dans lequel un mélange sec est obtenu par homogénéisation d'un granulats léger d'origine végétale (notamment de la chènevotte) avec un liant ; ce mélange sec est ensuite transporté de manière pneumatique au moyen d'une soufflante ; le mélange sec est humidifié pendant son transport par une dispersion d'eau, puis le béton ainsi obtenu est projeté sur une surface.

[0005] Ce procédé, intermédiaire entre la voie humide (prétendument inadaptée à des bétons compressibles, selon le document FR 2 923 242) et la voie sèche (dont le caractère volumineux conduirait, selon le document FR 2 923 242, à des blocages et à des obstructions au niveau des doseurs), ne va cependant pas sans inconvénients.

[0006] D'abord, le dosage du béton est complexe, notamment en raison de la difficulté à maîtriser le débit du mélange sec (surtout si la pression générée par la soufflante n'est pas réglable).

[0007] Ensuite, l'humidification étant réalisée immédiatement avant la projection, l'eau n'imprègne qu'en partie le mélange sec. La fraction du mélange qui demeure sèche est cependant projetée mais ne s'agglomère pas sur la surface à couvrir et, rebondissant sur celle-ci, se disperse aux alentours. Il en résulte des pertes de matériau. Pour minimiser ces pertes, pleinement admises par le document FR 2 923 242, celui-ci propose de recycler le matériau rebondi. C'est une solution satisfaisante en théorie ; dans la pratique cependant, la récupération du matériau rebondi prend du temps, et son recyclage nécessite de prévoir un doseur dédié. En outre, le rebond de mélange sec génère des poussières qui, compte tenu de la présence de fibres et de liant (à base de ciment ou chaux), peuvent aggraver les voies

respiratoires. On pourrait augmenter le débit d'eau mais cette solution est exclue en raison d'un risque d'humidifier le granulats (ce que le document FR 2 923 242 exclut expressément).

[0008] FR 3 007 780 A1 divulgue un système de projection de béton, qui comprend :

- Un conteneur équipé d'une cuve et d'au moins une vis sans fin aller montée en rotation dans la cuve, la cuve étant munie d'au moins un orifice primaire de sortie au droit de la vis sans fin aller ;
- Un compresseur ;
- Un flexible en caoutchouc ou dans tout autre élastomère résistant à la pression relié au compresseur ;
- Une lance de projection équipée d'un canon ;
- Un conduit primaire d'amenée reliant l'orifice primaire de sortie de la cuve à la lance.

[0009] Un objectif est de proposer un procédé et une installation de projection de béton léger d'isolation par voie humide qui permettent, séparément ou conjointement :

- d'améliorer les rendements effectifs ;
- de minimiser les pertes ;
- de minimiser les émanations de poussières ;
- d'optimiser la consommation d'eau ;
- de projeter un béton léger incorporant un liant à prise rapide.

[0010] A cet effet, il est proposé, en premier lieu, un procédé de revêtement d'un support au moyen d'un béton léger d'isolation suivant la revendication

[0011] Ce procédé de projection en voie humide permet de maximiser le débit (et donc le rendement) tout en optimisant la quantité d'eau et en minimisant les poussières.

[0012] Diverses caractéristiques supplémentaires de ce procédé peuvent être prévues, seules ou en combinaison :

- le liant est du ciment naturel prompt.
- le béton contient un retardateur de prise ;
- la pression régnant dans la lance au droit de la buse est inférieure à 0,5 bars, et de préférence inférieure à 0,3 bars.

[0013] Il est proposé, en deuxième lieu, un système de projection de béton léger d'isolation suivant la revendication 1.

[0014] D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront à la lumière de la description d'un mode de réalisation, faite ci-après en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective illustrant un chantier d'isolation extérieure d'un bâtiment réalisé au moyen d'un système de projection de béton

- léger ;
- la figure 2 est une vue de détail du chantier de la figure 1, à plus grande échelle ;
- la figure 3 est une vue de détail du chantier de la figure 1, à plus grande échelle encore ;
- la figure 4 est une vue de dessus d'un conteneur équipant le système de projection avec, en médaillons, deux détails à plus grande échelle ;
- la figure 5 est une vue en perspective, en arraché partiel, du conteneur de la figure 4 ;
- la figure 6 est une vue en coupe partielle du conteneur de la figure 4, selon le plan de coupe VI-VI ;
- la figure 7 est une vue de détail en coupe du conteneur de la figure 6, selon le plan VII-VII ;
- la figure 8 est une vue en perspective d'une lance équipant le système de projection, selon un premier mode de réalisation ne faisant pas partie de l'invention ;
- la figure 9 est une vue en coupe de la lance de la figure 8, selon le plan de coupe IX ;
- la figure 10 est une vue d'un détail de la lance de la figure 9, prise dans l'encart X ;
- la figure 11 est une vue en perspective d'une lance équipant le système de projection, selon un deuxième mode de réalisation conformément à l'invention ;
- la figure 12 est une vue en coupe de la lance de la figure 11, selon le plan de coupe XII ;
- la figure 13 est une vue d'un détail de la lance de la figure 12, prise dans l'encart XIII.

[0015] Sur la figure 1 est représenté un chantier d'isolation d'un bâtiment 1. La nature du bâtiment 1 importe peu ; il s'agit ici d'une maison d'habitation mais il pourrait tout aussi bien s'agir d'un immeuble, d'une dépendance, d'un garage, d'un abri, etc.

[0016] Le bâtiment 1 comprend classiquement des maçonneries 2 (incluant façade, pignons, sols, dalles) surmontées d'une toiture. En l'espèce, le chantier d'isolation consiste à revêtir une maçonnerie 2 (par ex. le pignon sous vent dominant) d'une couche projetée d'un béton 3 léger d'isolation, dont des exemples de composition seront fournis ci-après.

[0017] Le revêtement est réalisé au moyen d'un système 4 de projection transportable in situ (comme illustré). Ce système 4 de projection comprend, en premier lieu, un conteneur 5 équipé d'une cuve 6 dans laquelle est déversé le béton 3 déjà prêt, et d'au moins une vis 7 sans fin aller. La cuve 6 est pourvue d'au moins un orifice 8A primaire de sortie, disposé au droit de la vis 7 sans fin aller.

[0018] La vis 7 sans fin aller est montée en rotation dans la cuve 6 pour transporter en continu le béton 3 jusqu'à l'orifice 8A primaire. La cuve 6 comprend une paire de parois 9 longitudinales inclinées, reliées par deux parois transversales d'extrémité, à savoir une paroi 10 transversale amont et une paroi 11 transversale aval. La cuve 6 présente une ouverture 12 par laquelle est déversé le béton 3 et, à l'opposé de l'ouverture 12, un

fond 13 en forme de gouttière.

[0019] La vis 7 sans fin aller se présente sous forme d'une vis d'Archimède en acier (de préférence inoxydable) comprenant un arbre 14 monté entre les parois 10, 11 transversales, et une hélice 15 solidaire de l'arbre 14. Le diamètre externe de l'hélice 15, sensiblement égal (au jeu de quelques millimètres près) au diamètre interne du fond 13 de la cuve 6, est compris entre 100 mm et 200 mm, et de préférence de l'ordre de 125 mm. Le pas de l'hélice 15 est compris entre 100 mm et 200 mm, et de préférence de l'ordre de 125 mm. Le diamètre de l'arbre 14 est compris entre 20 mm et 40 mm, et par ex. de l'ordre de 30 mm.

[0020] La vis 7 sans fin aller est montée en rotation par rapport à la cuve 6 (et plus précisément par rapport aux parois 10, 11 transversales) au moyen de paliers, de préférence à roulement. A une extrémité amont, l'arbre 14 présente une section 16 en porte-à-faux qui dépasse de la cuve 6 et dont est solidaire une roue 17 (poulie ou roue dentée).

[0021] Comme on le voit sur la figure 3, le conteneur 5 est équipé d'un moteur 18 (thermique ou électrique) qui entraîne en rotation l'arbre 14 via la roue 17, par l'intermédiaire d'une transmission 19 à courroie (comme dans l'exemple illustré), à chaîne ou à engrenages, en prise avec la roue 17. Selon un mode de réalisation préféré illustré sur les figures 3 à 5, le conteneur 5 comprend un chariot 20 mobile muni d'un châssis 21, sur lequel sont montés la cuve 6 et le moteur 18, et d'un train de roues 22 monté en rotation par rapport au châssis 21. Le châssis 21 est avantageusement équipé d'une attache 23 de type caravane, de sorte que le conteneur 5 peut être remorqué pour être transporté sur le chantier par un véhicule équipé d'un attelage adapté.

[0022] Comme indiqué ci-dessus, le béton 3 est introduit déjà préparé (et donc humide) dans la cuve 6. Le béton 3 peut être préparé à la main mais, selon un mode de réalisation préféré de réalisation, le système 4 de projection comprend à cet effet un malaxeur 24 dans lequel sont versés les ingrédients et qui prépare le béton 3 à partir de ceux-ci.

[0023] Dans l'exemple illustré, le malaxeur 24 est à axe vertical ; il comprend un châssis 25, une cuve 26 montée sur le châssis 25, un rotor 27 muni de pales 28, et un moteur 29 accouplé au rotor 27 pour entraîner celui-ci en rotation autour de l'axe de manière à mélanger les ingrédients de sorte à obtenir un béton 3 homogène.

[0024] Comme on le voit en outre sur les figures 1 à 3, le malaxeur 24 peut être monté sur un véhicule 30 utilitaire, en l'espèce un camion à plateau. Dans ce cas, le conteneur 5 est disposé à l'aplomb du malaxeur 24, qui est avantageusement équipé d'une trappe et d'une trémie 31 par laquelle, à l'ouverture de la trappe, le béton 3 malaxé humide est déversé dans la cuve 6 du conteneur 5.

[0025] Les ingrédients du béton 3 comprennent au minimum un granulats végétal, un liant et de l'eau.

[0026] Le granulats est de la chènevotte, dont la masse

volumique (pour la chènevotte sèche) est de l'ordre de 100 kg/m³ en foisonné (c'est-à-dire non tassé). Le liant est par ex. du ciment naturel prompt.

[0027] Les gammes de proportions massiques sont les suivantes :

- granulats (chènevotte) : de 21% à 34%
- liant (par ex. ciment naturel prompt) : de 21% à 40%
- eau : de 35% à 44%.

[0028] Exemple de composition (en proportions massiques) pour un béton destiné à isoler un toit :

- granulats (chènevotte) : 34,8%
- liant (ciment naturel prompt) : de 21,7%
- eau : 43,5%.

[0029] Soit, pour 100 kg (soit 1000 l) de chènevotte, 62,5 kg de ciment prompt et 125 l d'eau.

[0030] Exemple de composition (en proportions massiques) pour un béton destiné à isoler un mur :

- granulats (chènevotte) : 28,6%
- liant (ciment naturel prompt) : 35,7%
- eau : 35,7%.

[0031] Soit, pour 100 kg (soit 1000 l) de chènevotte, 125 kg de ciment prompt et 125 l d'eau.

[0032] Exemple de composition (en proportions massiques) pour un béton destiné à isoler un sol :

- granulats (chènevotte) : 21%
- liant (ciment naturel prompt) : 39,5%
- eau : 39,5%.

[0033] Soit, pour 100 kg (soit 1000 l) de chènevotte, 187,5 kg de ciment prompt et 187,5 l d'eau.

[0034] Il est avantageux d'ajouter au mélange un retardateur de prise, de sorte à éviter que le béton 3 ne prenne avant d'avoir été projeté, notamment par temps chaud. De manière classique, le retardateur de prise est par ex. de l'acide citrique, typiquement de qualité alimentaire. La quantité est infime au regard de celles des principaux composants (granulats, liant, eau) ; on peut respecter les recommandations coutumières, qui préconisent 80g d'acide citrique pour un sac de ciment prompt naturel de 25 kg (soit 320g pour 100 kg de ciment prompt naturel). Une telle quantité est suffisante pour retarder d'une demi-heure au moins la prise du béton, quelle que soit la composition choisie parmi les trois révélées ci-dessus.

[0035] Un agent de cohésion destiné à maintenir la cohésion du béton pendant la projection est ajouté au mélange. Cet agent de cohésion joue également le rôle d'adjuvant rétenteur d'eau, destiné à améliorer la stabilité et l'homogénéité du béton. La méthylcellulose est choisie car elle remplit ces deux fonctions. La quantité ajoutée au mélange est infime au regard de celles des principaux

composants.

[0036] Les essais ont démontré que la quantité d'agent de cohésion / de rétenteur d'eau a davantage à être proportionnelle au poids de granulats. Dans le cas de la chènevotte, une quantité de rétenteur d'eau (notamment de méthylcellulose) de 2% en poids (soit 2 kg pour 100 kg - ou 1000 l - de chènevotte) donne de bons résultats, et ce quelle que soient les proportions de liant et d'eau.

[0037] Avantagusement, on peut employer la méthode suivante de préparation du béton 3, qui se révèle excellente. La chènevotte est d'abord introduite sèche dans le malaxeur 24 puis la méthylcellulose, dosée à 2% en poids de la chènevotte est ajoutée à celle-ci. On laisse ensuite tourner le malaxeur 24 quelques secondes pour que la méthylcellulose enrobe la chènevotte puis on ajoute 1l d'eau par kg de chènevotte. On introduit ensuite le liant (notamment du prompt), puis on ajoute 0,5l d'eau par kg de liant.

[0038] Comme cela a déjà été indiqué, la cuve 6 du conteneur 5 est munie d'au moins un orifice 8A primaire de sortie, positionné au droit de la vis 7 aller. Plus précisément, l'orifice 8A primaire débouche dans ou au voisinage du fond 13.

[0039] L'orifice 8A primaire peut être formé par un perçage réalisé dans la cuve 6 (éventuellement directement dans le fond) ou, comme dans l'exemple illustré, par un tube 32 rapporté, solidaire d'une paroi 9 longitudinale (en étant fixé à celle-ci par ex. par soudage). Ce tube 32 présente de préférence un diamètre interne de 50 mm.

[0040] L'orifice 8A primaire est de préférence positionné au voisinage de la paroi 11 transversale aval, à faible distance de celle-ci. Comme on le voit sur la figure 4, la vis 7 aller présente un pas à droite ; dans ce cas, elle est entraînée en rotation par le moteur 18 dans le sens antihoraire de sorte à acheminer vers l'orifice 8A primaire le béton 3 déversé. Entre l'orifice 8A primaire et la paroi 11 transversale aval, l'arbre 14 de la vis 7 aller présente une section 33 d'extrémité aval dépourvue d'hélice (l'hélice 15 s'interrompt légèrement en aval de l'orifice 8A primaire) mais pourvue d'un dispositif 34 brise-mottes, ici sous forme d'une série de pales 35 cylindriques. Ce dispositif 34 est prévu pour désagréger le béton 3 qui s'accumule autour de la section 33 d'extrémité aval.

[0041] La cuve 6 est munie d'un orifice 8B secondaire de sortie, également disposé au droit de la vis 7 sans fin aller. L'orifice 8B secondaire débouche dans ou au voisinage du fond 13, au droit de l'orifice 8A primaire. L'orifice 8B secondaire peut être formé par un tube rapporté fixé à une paroi longitudinale ou, comme dans l'exemple illustré, directement dans le fond 13 de la cuve 6. L'orifice 8B secondaire se prolonge avantagusement par une tubulure 37 rapportée, soudée à la cuve 6. Cette tubulure 37 présente de préférence un diamètre interne de 50 mm.

[0042] Selon un mode de réalisation préféré illustré sur les figures, le conteneur 5 est équipé d'une vis 38 sans fin retour, montée en parallèle de la vis 7 sans fin aller et entraînée en rotation en sens inverse de celle-ci. La vis 38 retour peut être de conception identique à la vis 7

aller, et comprend comme elle un arbre **14** et une hélice **15**. La vis **38** retour est toutefois montée tête bêche par rapport à la vis **7** aller, comme cela est visible sur la figure 4. Dans l'exemple illustré, la vis **38** retour surplombe la vis **7** aller, en étant légèrement décalée transversalement par rapport à celle-ci. L'hélice **14** de la vis **38** retour s'étend depuis la paroi transversale **11** aval de la cuve **6** jusqu'à faible distance de la paroi **10** transversale amont, et présente au voisinage de celle-ci un dispositif **34** brise-mottes de conception identique à celui de la vis **7** aller.

[0043] L'entraînement de la vis **38** retour peut être réalisé au moyen du moteur **18**, l'inversion du sens de rotation de la vis **38** retour par rapport à la vis **7** aller pouvant être effectué par l'intermédiaire d'une paire de pignons **39** en prise d'engrenage, montés aux extrémités aval des vis **7**, **38** en saillie de la paroi **11** transversale aval.

[0044] De la sorte, le béton **3** qui n'a pas été évacué par l'orifice **8A** (ou les orifices **8A**, **8B**) de sortie est désagrégé par le dispositif **34** brise-mottes de la vis **7** aller et réacheminé d'aval en amont par la vis **38** retour. Arrivé au voisinage de la paroi **10** transversale amont, le béton **3** ainsi réacheminé est désagrégé à nouveau par le dispositif **34** brise-mottes de la vis **38** retour puis retombe dans le fond **13** avant d'être à nouveau acheminé d'amont en aval par la vis **7** aller, pour être évacué par l'orifice **8A** (ou les orifices **8A**, **8B**) de sortie. Cette recirculation du béton **3** est réalisée tant qu'il n'a pas été évacué en totalité.

[0045] Le système **4** de projection comprend par ailleurs :

- une lance **40** de projection équipée d'un canon **41**, d'une buse **42** à venturi (ci-après plus simplement appelée venturi) débouchant dans le canon **41** et d'au moins une tubulure **43A** primaire d'admission débouchant dans le canon **41** au droit du venturi **42** ;
- une source **44** d'air comprimé reliée au venturi **42** ;
- au moins un conduit **45A** primaire d'amenée reliant l'orifice **8A** primaire de sortie de la cuve **6** à la tubulure **43A** primaire d'admission de la lance **40**.

[0046] Le (ou chaque) conduit **45A** d'amenée se présente avantageusement sous forme d'un tube flexible, éventuellement renforcé d'un fil en spirale, et ayant de préférence une paroi interne lisse et un diamètre externe égal (au jeu près) au diamètre interne du tube **32** formant l'orifice **8A** primaire (respectivement de la tubulure **38** prolongeant l'orifice **8B** secondaire) - soit environ 50 mm dans l'exemple illustré. Avantagusement, le fil de renfort est métallique, de sorte à conduire l'électricité. La mise à la masse de ce fil élimine alors les phénomènes d'électricité statique générée par les frottements du flux de matière contre la paroi interne du conduit **45A** d'amenée.

[0047] La source **44** d'air comprimé est un compresseur. Ce compresseur **44** est par exemple monté sur une carriole **46** munie d'un train de roues **47** et d'une attache **48** de type caravane, de sorte que le compresseur **44**

peut être remorqué pour être transporté sur le chantier par un véhicule équipé d'un attelage adapté.

[0048] Le compresseur **44** est relié au venturi **42** au moyen d'un flexible **49** en caoutchouc ou dans tout autre élastomère résistant à la pression. La lance **40** est équipée d'un raccord **50** sur lequel le flexible **49** est branché de manière étanche. La lance **40** est avantageusement équipée, en outre, d'une vanne **51** interposée entre le raccord **50** et le venturi **42**. Cette vanne **51** est par exemple du type quart de tour et comprend un boisseau **52** sphérique solidaire en rotation d'une poignée **53** dont la manoeuvre place le boisseau **52** dans une position d'ouverture (illustrée sur les figures 10 et 13) dans laquelle le boisseau **52** laisse passer l'air en provenance du compresseur **44**, ou une position de fermeture (non représentée) dans laquelle le boisseau **52** obture le passage de l'air.

[0049] La lance **40** présente un conduit **54** reliant le raccord **50** au canon **41** ; le venturi **42** se présente sous forme d'un étranglement réalisé dans ce conduit **54** du côté du canon **41**. Plus précisément, le venturi **42** comprend une section **55** rétrécie (c'est-à-dire de moindre diamètre que celui du conduit **54** en aval du boisseau **52**), suivie d'une section **56** évasée par laquelle le venturi **42** débouche dans le canon **41**, qui présente un diamètre très supérieur à celui du conduit **54**, et en particulier de celui de la section **55** rétrécie. Selon un mode de réalisation préféré, le conduit **54** présente un diamètre **D1** moyen compris entre 12 mm et 20 mm, et par ex. de l'ordre de 14 mm, la section **55** rétrécie un diamètre **D2** compris entre 5mm et 15mm, et par ex. de l'ordre de 10mm, la section **56** évasée (prise au plus large) un diamètre **D3** de sortie de l'ordre de 20mm, et le canon **41** un diamètre **D4** interne de 50mm. Cette configuration permet, avec une pression de travail fournie par le compresseur de l'ordre de 7 à 8 bars (pour un débit compris entre 3 000 l/min et 5 000 l/min), d'obtenir dans le canon **41**, au droit du venturi **42**, une dépression supérieure à 0,5 bar (c'est-à-dire une pression inférieure à 0,5 bar), et notamment comprise entre 0,5 bar et 0,99 bar (soit une pression comprise entre 0,01 et 0,5 bar). La dépression est de préférence supérieure à 0,7 bar (c'est-à-dire que la pression est inférieure à 0,3 bar).

[0050] Cette dépression se transmet, via la tubulure **43A** primaire d'admission et le conduit **45A** primaire d'amenée, à l'orifice **8A** primaire de sortie par lequel le béton **3** en circulation est alors aspiré.

[0051] Lorsque, comme dans l'exemple illustré et suivant l'invention, la cuve **6** comprend deux orifices **8A**, **8B** de sortie, à savoir un orifice **8A** primaire et un orifice **8B** secondaire, la lance **40** de projection est dans ce cas équipée d'une tubulure **43B** secondaire d'admission débouchant dans le canon **41**, et le système **3** comprend un conduit **45B** secondaire d'amenée reliant l'orifice **8B** secondaire de sortie à la tubulure **43B** secondaire d'admission. Dans ce cas, la dépression dans le canon **41** se transmet, via la tubulure **43B** secondaire d'admission et le conduit **45B** secondaire d'amenée, à l'orifice **8B**

secondaire de sortie par lequel le béton **3** en circulation est alors aspiré.

[0052] Selon un mode préféré de réalisation illustré sur les figures 5 et 6, le ou chaque conduit **45A**, **45B** d'amenée est pourvu d'une (ou plusieurs) échancrure(s) **57** qui dépasse(nt) du tube **32** (respectivement de la tubulure **37**) et s'étend(ent) jusqu'à l'orifice **8A** (respectivement **8B**) de sortie. Cette (ces) échancrure(s) **57** a (ont) pour fonction d'éviter l'obstruction de l'orifice **8A** (respectivement **8B**) de sortie en y favorisant la circulation d'air sous l'effet de la dépression générée par le venturi **42**, et donc de faciliter l'aspiration du béton circulant dans la cuve 6. Dans l'exemple illustré sur la figure 7, chaque conduit **45A**, **45B** d'amenée est pourvu de trois échancrures **57** réparties à 120°. Dans l'exemple illustré sur les figures, et notamment sur les figures 5, 6 et 7, chaque échancrure **57** est traversante dans la paroi du conduit **45A**, **45B**, et le conduit **45A**, **45B** est emmanché sur un tube **58** qui s'étend de l'orifice **8A**, **8B** respectif jusqu'au-delà de l'échancrure **57**. En variante, chaque échancrure **57** est creusée dans l'épaisseur du conduit **45A**, **45B** sans toutefois le percer.

[0053] Selon un premier mode de réalisation illustré sur les figures 8, 9 et 10 ne faisant pas partie de l'invention, la lance **40** comprend une tubulure **43A** primaire d'admission et une tubulure **43B** secondaire d'admission superposées, qui débouchent toutes deux dans le canon **41** via un collecteur **59** de préférence incliné d'un angle A d'environ 45° par rapport au canon **41**. Le canon **41** présente une section **60** principale de diamètre D4 constant (c'est-à-dire d'environ 50 mm dans l'exemple illustré), et de préférence une section **61** d'extrémité de plus grand diamètre (ce diamètre, noté D5, est avantageusement compris entre 60 et 90 mm, et par ex. d'environ 70 mm) destinée à diminuer la vitesse d'écoulement du béton **3** pour minimiser les rebonds contre la surface à revêtir, tout en formant un jet évasé qui permet d'augmenter la surface couverte par la projection.

[0054] D'après l'invention et suivant un deuxième mode de réalisation illustré sur les figures 11 à 13, la lance **40** comprend une tubulure **43A** primaire d'admission et une tubulure **43B** secondaire d'admission symétriques par rapport au canon **41**, dans lequel elles débouchent toutes deux directement au niveau du venturi **42**, de préférence avec un angle B (d'environ 45° dans l'exemple illustré).

[0055] En aval de la jonction des tubulures **43A**, **43B** d'admission avec le canon **41**, celui-ci comprend une section **62** de moindre diamètre (ce diamètre, noté D6, est avantageusement compris entre 3 et 45 mm, et par ex. d'environ 40 mm). Cette section **62** de moindre diamètre inclut une portion **63** droite, dont la longueur est comprise entre 150 mm et 300 mm (et par ex. d'environ 200 mm), et une portion **64** coudée qui prolonge la portion **63** droite et forme avec celle-ci un angle C avantageusement compris entre 30° et 50°, et par ex. d'environ 45°. La portion **63** droite peut être réalisée par emmanchement d'un tube de faible diamètre (entre 30 et 50 mm, et

par ex. d'environ 40 mm) dans un tube externe d'extrémité de plus fort diamètre (par ex. de 50 mm environ) avec interposition d'un produit **65** de remplissage étanche à l'air, tel qu'une mousse polymère à cellules fermées. Comme on le voit sur la figure 12, la section **62** de moindre diamètre débouche dans une section **66** de grand diamètre (ce diamètre, noté D7, est avantageusement supérieur à 90 mm, et par ex. d'environ 120 mm) destinée à diminuer la vitesse d'écoulement du béton **3** pour minimiser les rebonds sur la surface à revêtir, tout en formant un jet évasé qui permet d'augmenter la surface couverte par la projection.

[0056] En outre, dans l'exemple illustré sur la figure 12, la section **66** de grand diamètre chevauche partiellement la section **62** de moindre diamètre, et présente une portion **67** externe coudée qui se raccorde à celle-ci en amont de son embouchure, de sorte à créer autour de la portion **64** coudée une chambre **68** de décompression destinée à engendrer des turbulences dans le flux de béton afin de freiner celui-ci, favorisant sa projection en petites mottes plutôt qu'en grosses mottes, et sa répartition homogène sur la surface à revêtir.

[0057] Une section **61** d'extrémité de grand diamètre peut être ajoutée au canon **41**, cette section **61** d'extrémité permettant, par pertes de charge, de ralentir le flux de béton, diminuant ainsi le risque de rebond de la matière sur la surface à revêtir.

[0058] Pour revêtir le support (tel qu'un mur **2**) au moyen du béton **3** léger d'isolation dont la composition est décrite ci-dessus, on procède de la manière suivante.

[0059] Une première phase consiste à préparer le béton **3** en mélangeant en proportions prédéterminées (voir ci-dessus) le granulats fibreux naturel (la chènevotte), le liant (ici le ciment prompt) et l'eau, éventuellement additionnés du retardateur de prise (tel que de l'acide citrique) et de l'adjuvant rétenteur d'eau (la méthylcellulose). Ce mélange peut être réalisé à la main mais il est avantageusement réalisé au moyen du malaxeur **24**.

[0060] Après obtention d'un béton **3** homogène, une deuxième phase consiste à déverser le béton **3** humide ainsi préparé (visible en grisé sur la figure 2) dans le conteneur **5**, et plus précisément dans la cuve **6** dont on a mis en route la (ou les) vis **7**, **38** sans fin. Pour déverser le béton **3** humide du malaxeur **24** dans la cuve **6**, on ouvre la trappe. Le béton **3** se déverse dans la cuve **6** par la trémie **31**.

[0061] Une troisième phase consiste à faire circuler en continu le béton **3** humide dans la cuve **6** jusqu'au droit des orifices **8A**, **8B** de sortie. Cette circulation est réalisée au moyen de la vis **7** (ou des vis **7**, **38**), entraînée(s) conjointement (et en sens contraires) en rotation par le moteur **18**. Le(s) dispositif(s) **34** brise-mottes désagrège(nt) les éventuels agglomérats qui se forment au voisinage de la paroi **11** d'extrémité aval (respectivement de la paroi **10** d'extrémité amont).

[0062] Une quatrième phase consiste à aspirer le béton **3** humide le long des conduits **45A**, **45B** d'amenée reliant les orifices **8A**, **8B** de sortie de la cuve **6** à la lance

40 de projection, au moyen du venturi **42** alimenté en air comprimé par le compresseur **44**, et à projeter sur le support **2**, au moyen de la lance **40**, le béton **3** humide ainsi aspiré.

[0063] Les échancrures **57** formées dans le conduit **45A** (ou les conduits **45A, 45B**) d'amenée facilitent la circulation de l'air (comme illustré par les flèches sur les médaillons de détail de la figure 6) et évitent l'obstruction de l'orifice **8A** (ou des orifices **8A, 8B**) de sortie par le béton **3**. Le béton **3** est aspiré dans le conduit **45A** (ou les conduits **45A, 45B**) d'amenée par des mottes de petite taille (de quelques millimètres cubes à quelques centimètres cubes) qui n'obstruent ainsi ni le conduit **45A** (ou les conduits **45A, 45B**) ni la lance **40** et sont projetées sur la surface à enduire à une vitesse qui, comme suggéré ci-dessus, peut être réglée par variation du diamètre du canon **41**. L'architecture du système **1** de projection permet d'obtenir un débit de projection supérieur à 2 m³/h, et pouvant même atteindre 3 m³/h. Pour revêtir un mur **2** ayant une longueur de 10m et une hauteur de 3,3 m d'une couche de béton **3** léger d'isolation d'une épaisseur de 15 cm (soit un volume approximatif de 5 m³), entre deux et trois heures de projection (par un ouvrier **69** seul équipé d'une unique lance **40**) sont suffisantes. Si l'ouvrier **69** est seul sur le chantier, il lui faut compter en plus le temps de préparation du béton **3** (par ex. par tranches successives de 100 l), à moins que le béton **3** soit préparé en continu, par ex. par un deuxième ouvrier dédié à cette tâche, auquel cas le temps de préparation du béton **3** est masqué.

[0064] Il peut être préférable, pour l'isolation des murs **2**, de préparer des guides **70** (typiquement sous forme de planches) destinés à garantir la planéité de la surface du béton projeté et la constance de son épaisseur. Après avoir comblé l'espace entre deux guides **70**, l'ouvrier **69** peut aplanir le béton **3** projeté au moyen d'une règle de maçon. S'il est encore assez humide, le béton raclé peut être recyclé en étant réintroduit dans le conteneur **5**.

[0065] Le système **4** et le procédé qui viennent d'être décrits procurent plusieurs avantages.

[0066] D'abord, le fait de pouvoir projeter le béton **3** en voie humide (le béton étant préparé et humidifié avant d'être aspiré) permet d'optimiser la quantité d'eau consommée, le dosage en eau du béton **3** étant inférieur à celui d'un béton destiné à être mis en oeuvre à la main.

[0067] Ensuite, le béton **3** étant projeté en voie humide, il ne génère à sa projection aucune poussière, contrairement aux bétons projetés en voie sèche. Quelques poussières peuvent être émises à l'introduction du granulats et du ciment dans le malaxeur **24**, qui peuvent être contenues au moyen d'un couvercle ou d'un tissu venant recouvrir la cuve **26**.

[0068] En outre, comme la vitesse de projection peut être ajustée, et comme le béton **3** est projeté en voie humide après avoir été correctement malaxé (c'est-à-dire qu'il ne persiste pas de granulats non imprégnés de liant et d'eau), son adhérence au support est bonne ; il en résulte une minimisation des rebonds - et donc des

pertes.

[0069] Enfin, l'efficacité de l'aspiration générée par le venturi **42**, le dimensionnement du conduit **45A** (des conduits **45A, 45B**) d'amenée, la structure du conteneur **5** et de la lance **10** de projection, permettent ensemble d'obtenir de bons débits de projection et donc d'améliorer les rendements effectifs de production. On observera que la présence du chanvre dans le canon **41** rétrécit la section de passage et augmente en conséquence la dépression au niveau du venturi **42**, ce qui en accroît la force d'aspiration.

[0070] On notera que le système **4** peut être utilisé pour projeter du béton en voie sèche, le venturi **42** pouvant aspirer du granulats seul qui peut être additionné de liant et mouillé à la sortie de la lance **10**.

Revendications

1. Système (**4**) de projection de béton (**3**) léger d'isolation, qui comprend :

- Un conteneur (**5**) équipé d'une cuve (**6**) et d'au moins une vis (**7**) sans fin aller montée en rotation dans la cuve (**6**), la cuve (**6**) étant munie d'au moins un orifice (**8A**) primaire de sortie au droit de la vis (**7**) sans fin aller et d'un orifice (**8B**) secondaire de sortie au droit de la vis (**7**) sans fin aller ;
- Un compresseur (**44**) ;
- Un flexible (**49**) en caoutchouc ou dans tout autre élastomère résistant à la pression ;
- Une lance (**40**) de projection équipée

- o D'un canon (**41**),
- o D'un raccord (**50**) sur lequel le flexible (**49**) est branché de manière étanche ;
- o D'un conduit (**54**) reliant le raccord (**50**) au canon (**41**) ;
- o D'une buse à venturi (**42**) à laquelle le compresseur (**44**) est relié au moyen du flexible (**49**), cette buse à venturi (**42**) se présentant sous forme d'un étranglement réalisé dans le conduit (**54**) du côté du canon (**41**) et comprenant une section (**55**) rétrécie suivie d'une section (**56**) évasée par laquelle la buse à venturi (**42**) débouche dans le canon (**41**), qui présente un diamètre très supérieur à celui du conduit (**54**) ;
- o D'une tubulure (**43A**) primaire d'admission et d'une tubulure (**43B**) secondaire d'admission symétriques par rapport au canon (**41**) et débouchant dans celui-ci au droit du venturi (**42**) ;

- Un conduit (**45A**) primaire d'amenée reliant l'orifice (**8A**) primaire de sortie de la cuve (**6**) à la tubulure (**43A**) primaire d'admission de la lan-

ce (40) ;

- Un conduit (45B) secondaire d'admission reliant l'orifice (8B) secondaire de sortie de la cuve à la tubulure (43B) secondaire d'admission de la lance (40) ;

- Et dans lequel, en aval de la jonction entre les tubulures (43A, 43B) d'admission et le canon (41), celui-ci comprend une section (62) de moindre diamètre qui s'ouvre dans une section (66) de grand diamètre ladite section (62) de moindre diamètre comprenant une portion (63) droite, et une portion (64) coudée qui prolonge la portion (63) droite et forme avec celle-ci un angle (C),

ladite section (66) de grand diamètre chevauchant partiellement la section (62) de moindre diamètre, et présentant une portion (67) externe coudée se raccordant à ladite section (62) de moindre diamètre en amont de son embouchure, de sorte à créer autour de la portion (64) coudée une chambre (68) de décompression destinée à engendrer des turbulences dans le flux de béton afin de freiner celui-ci.

2. Système (4) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le conteneur (5) comprend une vis (38) sans fin retour montée en parallèle de la vis (7) sans fin aller et entraînée en rotation en sens inverse de celle-ci.

3. Procédé de revêtement d'un support (2) au moyen d'un béton (3) léger d'isolation, qui comprend les opérations consistant à :

- Préparer le béton (3) en mélangeant de la chènevotte, un liant, de l'eau et de la méthylcellulose dans les proportions massiques suivantes :

- Chènevotte : 21%-34%
- Liant : 21%-40%
- Eau : 35%-44%
- Méthylcellulose : 2% de la chènevotte ;

- Déverser le béton (3) ainsi préparé dans la cuve (6) du système selon la revendication 1 ou la revendication 2 ;

- Entraîner en rotation la vis (7) sans fin aller pour faire circuler en continu le béton (3) humide dans la cuve (6) jusqu'au droit du premier orifice (8A) de sortie et du second orifice (8B) de sortie ;

- Alimenter la buse venturi (42) avec de l'air sous pression en provenance de la source (44) d'air comprimé ;

- Aspirer le béton (3) humide le long du premier conduit (45A) d'amenée et du second conduit (45B) d'amenée ;

- Projeter sur le support (2) au moyen de la lance (40) le béton (3) humide ainsi aspiré.

Patentansprüche

1. System (4) zum Sprühen von leichtem Isolierbeton (3), welches umfasst:

5

- einen Behälter (5), der mit einem Gefäß (6) und mindestens einer Schnecke (7) ausgerüstet ist, die in dem Gefäß (6) drehend angebracht ist, wobei das Gefäß (6) mit mindestens einer Hauptausgangsöffnung (8A) auf Höhe der Schnecke (7) und einer Nebenausgangsöffnung (8B) auf Höhe der Schnecke (7) versehen ist;

10

- einen Kompressor (44);

15

- einen Schlauch (49) aus Gummi oder aus jedem anderen druckbeständigen Elastomer;

- eine Sprühlanze (40), bestückt

° mit einer Kanone (41),

° mit einem Anschluss (50), an dem der Schlauch (49) in dichter Form angeschlossen ist;

20

° mit einer Leitung (54), die den Anschluss (50) mit der Kanone (41) verbindet;

° mit einer Venturi-Düse (42), mit der der Kompressor (44) anhand des Schlauches (49) verbunden ist, wobei sich diese Venturi-Düse (42) in Form einer Drosselung darstellt, die in der Leitung (54) auf Seiten der Kanone (41) realisiert ist, und einen verengten Querschnitt (55), gefolgt von einem ausgestellten Querschnitt (56) umfasst, durch den die Venturi-Düse (42) in die Kanone (41) mündet, die einen Durchmesser viel größer als jenen der Leitung (54) aufweist;

25

° mit einem Haupteinlassstutzen (43A) und einem Nebeneinlassstutzen (43B), die symmetrisch zur Kanone (41) sind, und auf Höhe der Venturi (42) in dieselbe einmünden;

30

- eine Hauptzuführungsleitung (45A), die die Hauptausgangsöffnung (8A) des Gefäßes (6) mit dem Haupteinlassstutzen (43A) der Lanze (40) verbindet;

35

- eine Nebeneinlassleitung (45B), die die Nebenausgangsöffnung (8B) des Gefäßes mit dem Nebeneinlassstutzen (43B) der Lanze (40) verbindet;

40

- und wobei stromabwärts der Verbindung zwischen den Einlassstutzen (43A, 43B) und der Kanone (41) selbige einen Querschnitt (62) mit einem geringeren Durchmesser umfasst, der sich in einen Querschnitt (66) mit einem großen Durchmesser öffnet, wobei der Querschnitt (62) mit einem geringeren Durchmesser einen geraden Abschnitt (63) und einen gekrümmten Abschnitt (64) umfasst, der den geraden Abschnitt

45

50

55

(63) verlängert, und damit einen Winkel (C) bildet,

wobei sich der Querschnitt (66) mit einem großen Durchmesser teilweise mit dem Querschnitt (62) mit einem geringeren Durchmesser überschneidet, und einen äußeren gekrümmten Abschnitt (67) aufweist, der sich an den Querschnitt (62) mit einem geringeren Durchmesser stromaufwärts seiner Mündung anschließt, um um den gekrümmten Abschnitt (64) herum eine Dekompressionskammer (68) zu erstellen, die dazu bestimmt ist, Turbulenzen in dem Betonfluss zu erzeugen, um denselben zu bremsen.

2. System (4) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Behälter (5) eine Rücklaufschnecke (38) umfasst, die parallel zur Schnecke (7) angebracht ist, und in umgekehrter Richtung zur selben in Drehung angetrieben wird.

3. Verfahren zum Beschichten einer Unterlage (2) anhand eines leichten Isolierbetons (3), welches die Vorgänge umfasst, bestehend aus:

- Vorbereiten des Betons (3) durch Mischen von Flachsschäben, einem Bindemittel, Wasser und Methylcellulose in den folgenden Masseanteilen:

- Flachsschäben: 21 %-34 %
- Bindemittel: 21 %-40 %
- Wasser: 35 %-44 %
- Methylcellulose: 2 % der Flachsschäben;
- Auskippen des so in dem Gefäß (6) des Systems nach Anspruch 1 oder Anspruch 2 vorbereiteten Betons (3) ;
- In Drehung versetzen der Schnecke (7), um den feuchten Beton (3) in dem Gefäß (6) kontinuierlich bis auf Höhe der Hauptausgangsöffnung (8A) und der Nebenausgangsöffnung (8B) zirkulieren zu lassen;
- Versorgen der Venturi-Düse (42) mit Druckluft aus der Druckluftquelle (44);
- Ansaugen des feuchten Betons (3) entlang der Hauptzuführungsleitung (45A) und der Nebenzuführungsleitung (45B);
- Sprühen des so angesaugten feuchten Betons (3) anhand der Lanze (40) auf die Unterlage (2).

Claims

1. System (4) for spraying light insulation concrete (3), which comprises:

- a container (5) equipped with a tank (6) and at least one endless screw feed (7) rotatably

mounted in the tank (6), the tank (6) being provided with at least one primary outlet orifice (8A) in line with the endless screw (7) and a secondary outlet orifice (8B) in line with the endless screw feed (7);

- a compressor (44);
- a hose (49) made from rubber or any other pressure-resistant elastomer;
- a spray lance (40) equipped with

- a gun (41),
- a coupling (50) to which the hose (49) is connected in a fluidtight manner;
- a pipe (54) connecting the coupling (50) to the gun (41) ;
- a Venturi nozzle (42) to which the compressor (44) is connected by means of a hose (49), this Venturi nozzle (42) being in the form of a constriction produced in the pipe (54) alongside the gun (41) and comprising a narrowed section (55) followed by a splayed section (56) through which the Venturi nozzle (42) emerges in the gun (41), which has a diameter very much greater than that of the pipe (54);
- a primary inlet manifold (43A) and a secondary inlet manifold (43B) both symmetrical with respect to the gun (41) and emerging therein in line with the Venturi (42);

- a primary feed pipe (45A) connecting the primary outlet orifice (8A) of the vessel (6) to the primary inlet manifold (43A) of the lance (40);
- a secondary inlet pipe (45B) connecting the secondary outlet orifice (8B) of the vessel to the secondary inlet manifold (43B) of the lance (40);
- and wherein, downstream of the junction between the inlet manifolds (43A, 43B) and the gun (41), the latter comprises a section (62) with a smaller diameter that opens into a section (66) with a large diameter, the said section (62) with a smaller diameter comprising a straight portion (63), and an angled portion (64) that extends the straight portion (63) and forms therewith an angle (C),

said large-diameter section (66) partially overlapping the smaller-diameter section (62), and having an angled external portion (67) connected to said smaller-diameter section (62) upstream of its mouth, so as to create, around the angled portion (64), a decompression chamber (68) intended to cause turbulence in the flow of concrete in order to slow the latter down.

2. System (4) according to claim 1, **characterised in that** the container (5) comprises a return endless screw (38) mounted in parallel with the endless

screw feed (7) and driven in rotation in the opposite direction to the latter.

3. Method for cladding a support (2) by means of a light insulation concrete (3), which comprises the operations consisting in: 5

- preparing the concrete (3) by mixing hemp chaff, a binder, water and methylcellulose in the following mass proportions: 10

- hemp chaff: 21%-34%
- binder: 21%-40%
- water: 35%-44%
- methylcellulose: 2% of the hemp chaff; 15

- pouring the concrete (3) thus prepared into the tank (6) of the system according to claim 1 or claim 2;

- rotating the endless screw feed (7) to continuously circulate the wet concrete (3) in the tank (6) until it is in line with the first outlet orifice (8A) and the second outlet orifice (8B); 20

- supplying the Venturi nozzle (42) with pressurised air coming from the compressed-air source (44); 25

- sucking the wet concrete (3) along the primary feed pipe (45A) and the secondary inlet pipe (45B);

- spraying the wet concrete (3) thus sucked onto the support (2) by means of the spray lance (40). 30

35

40

45

50

55

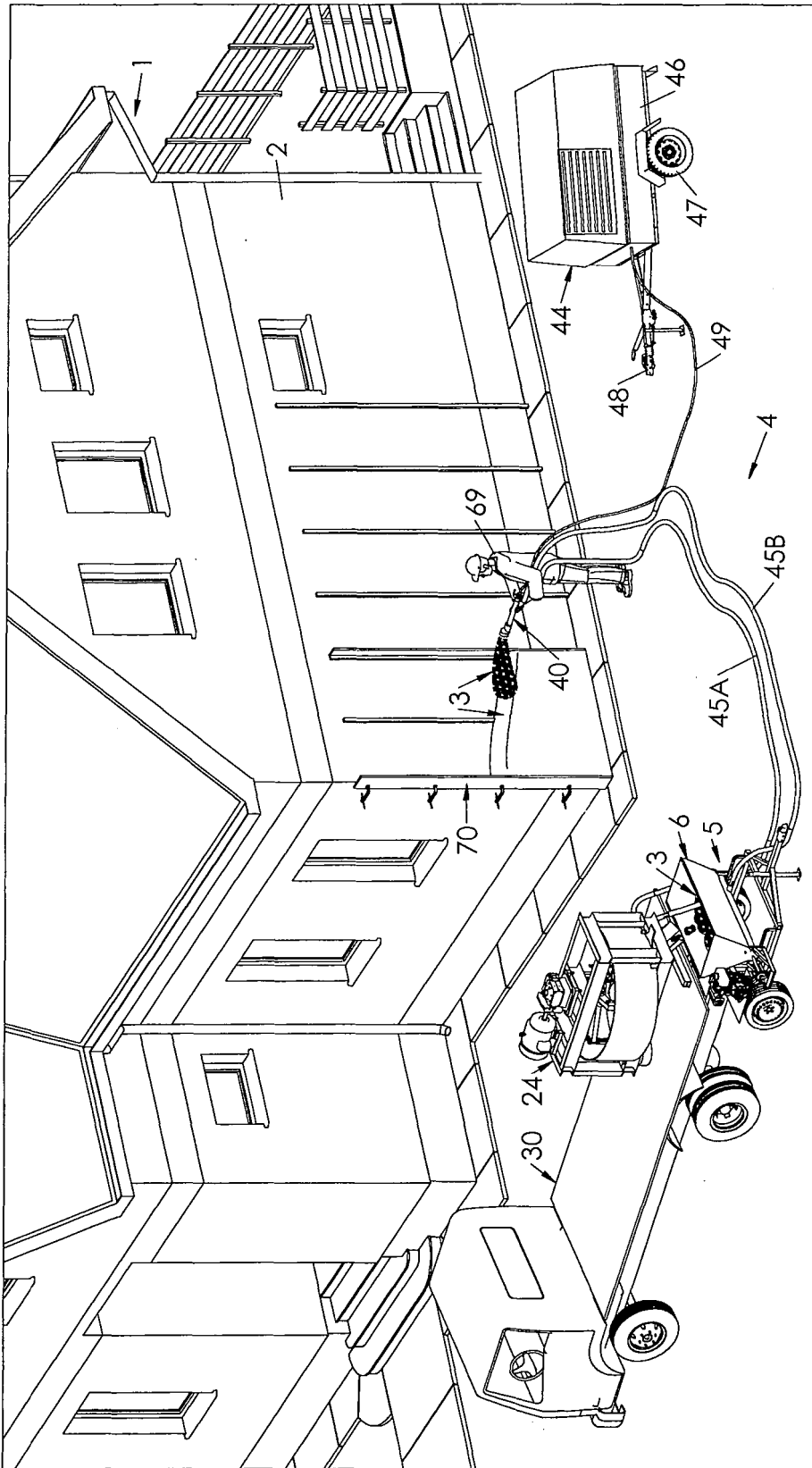
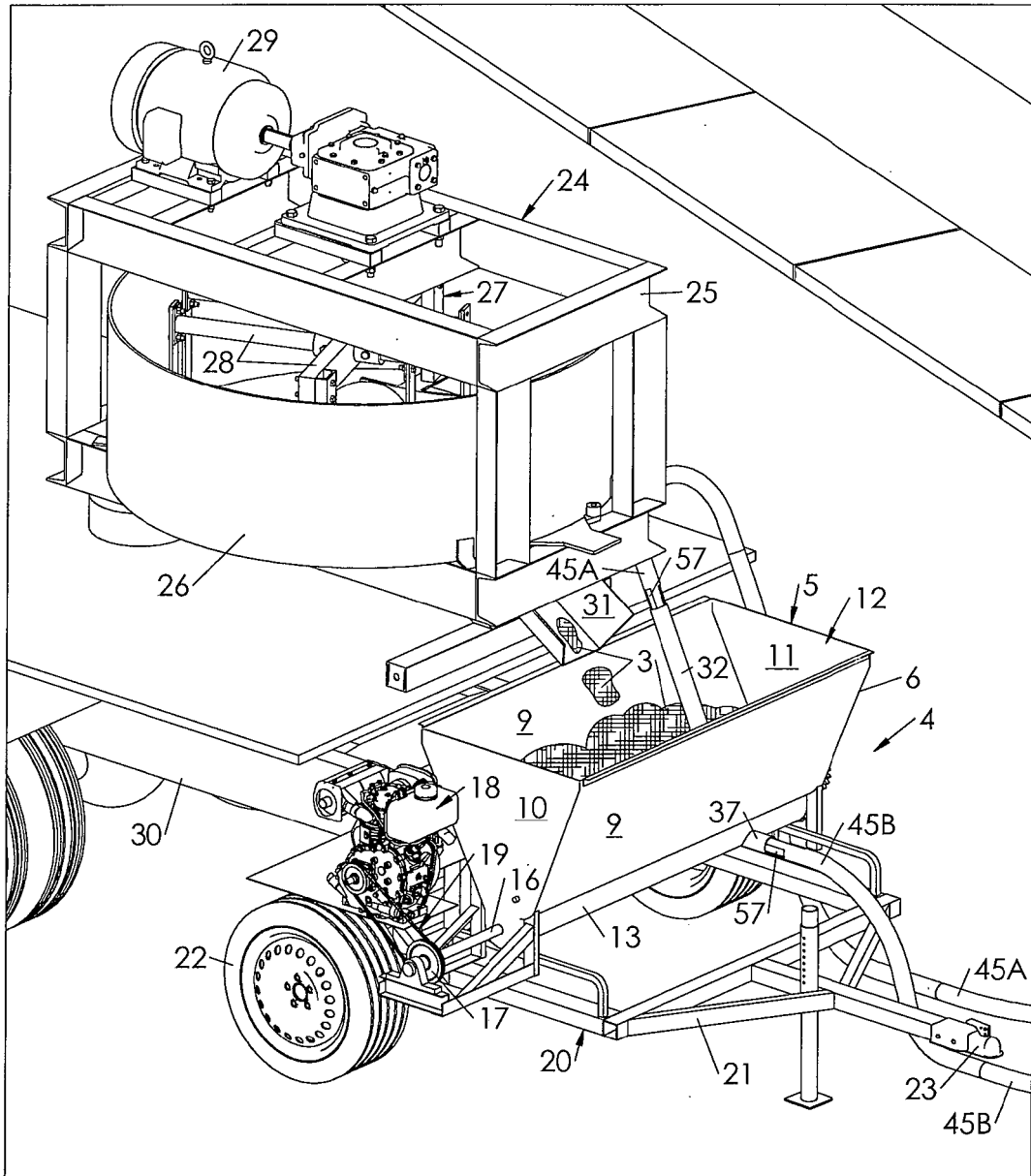


FIG.1

FIG.3



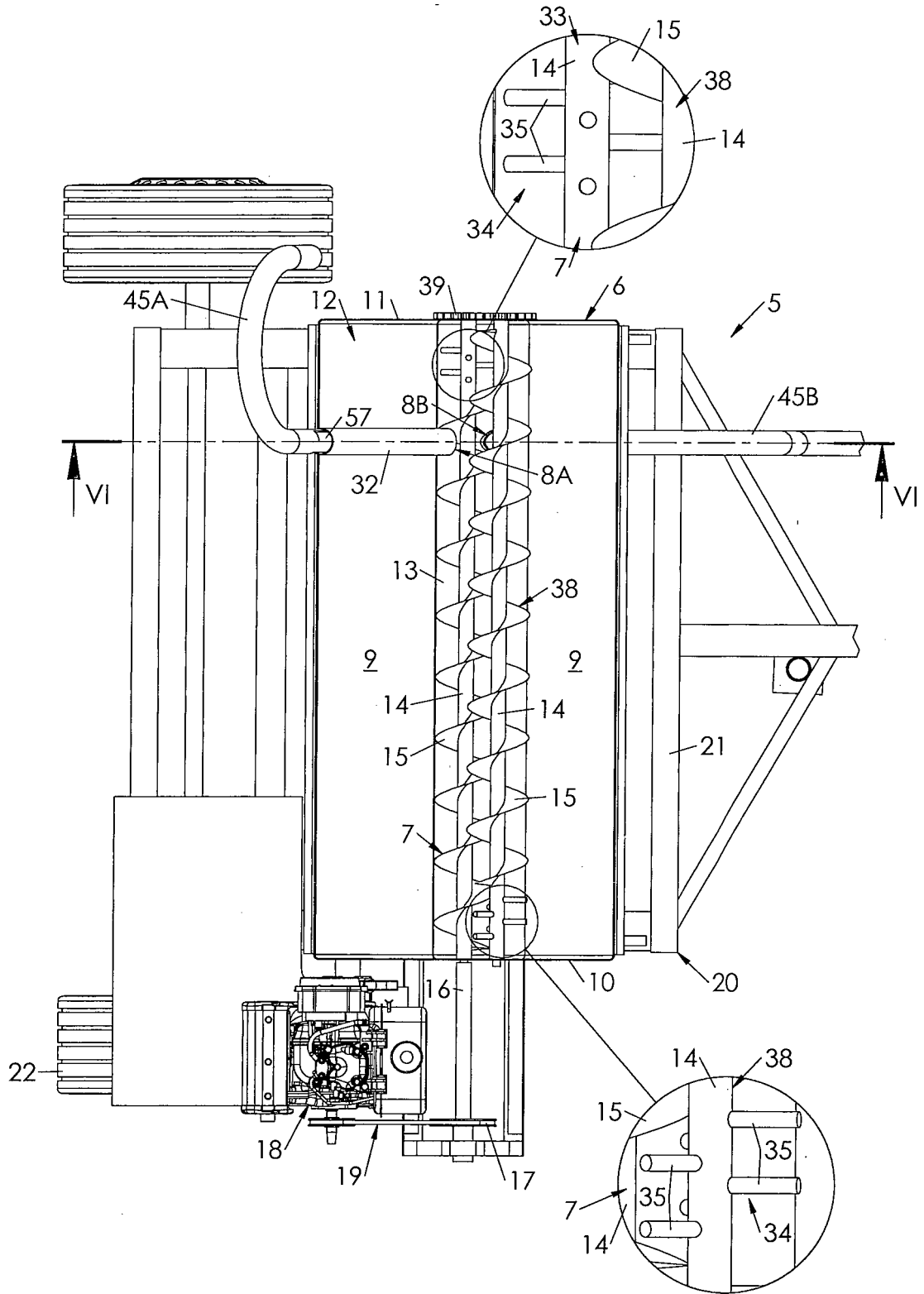


FIG.4

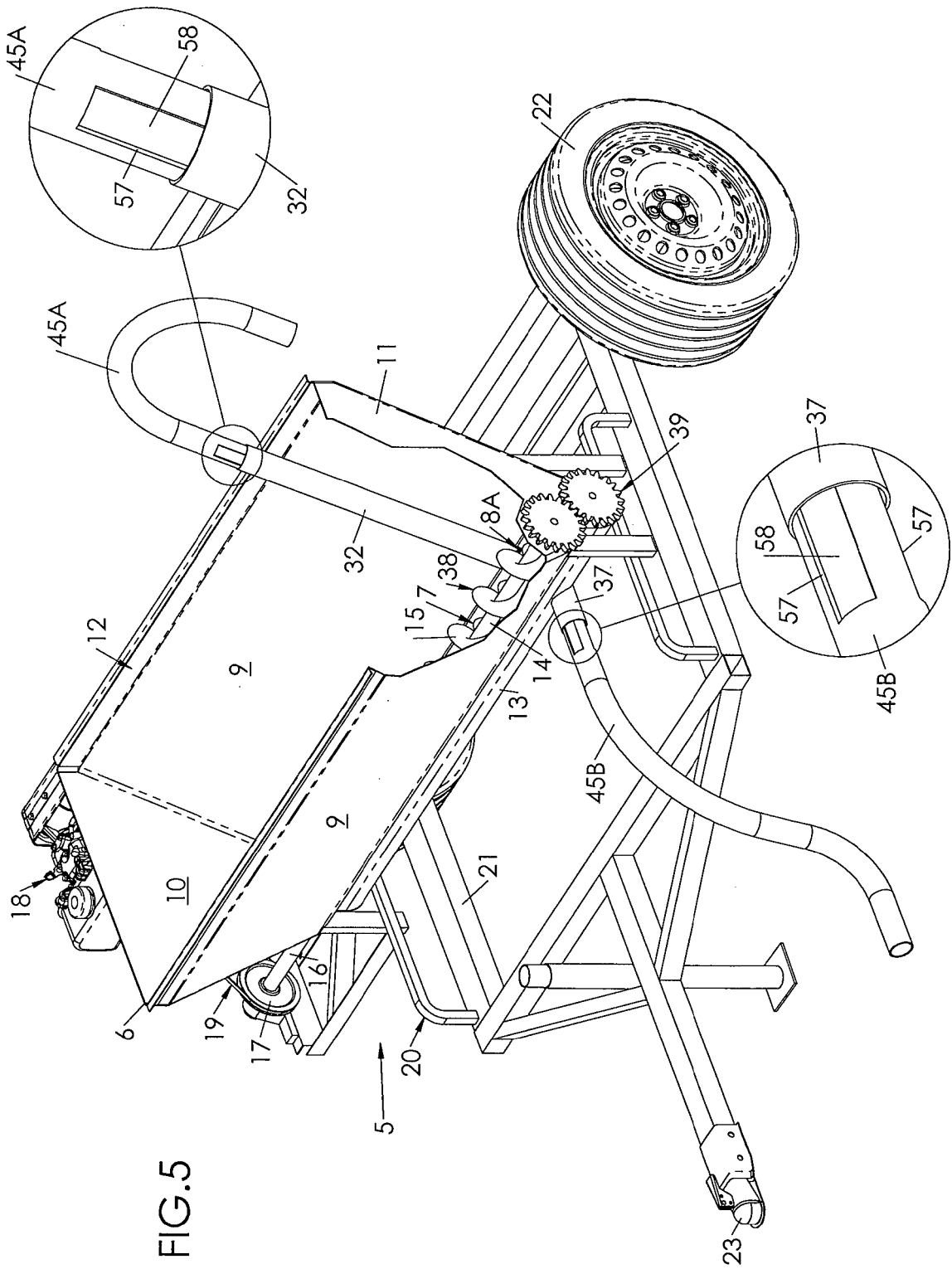


FIG. 5

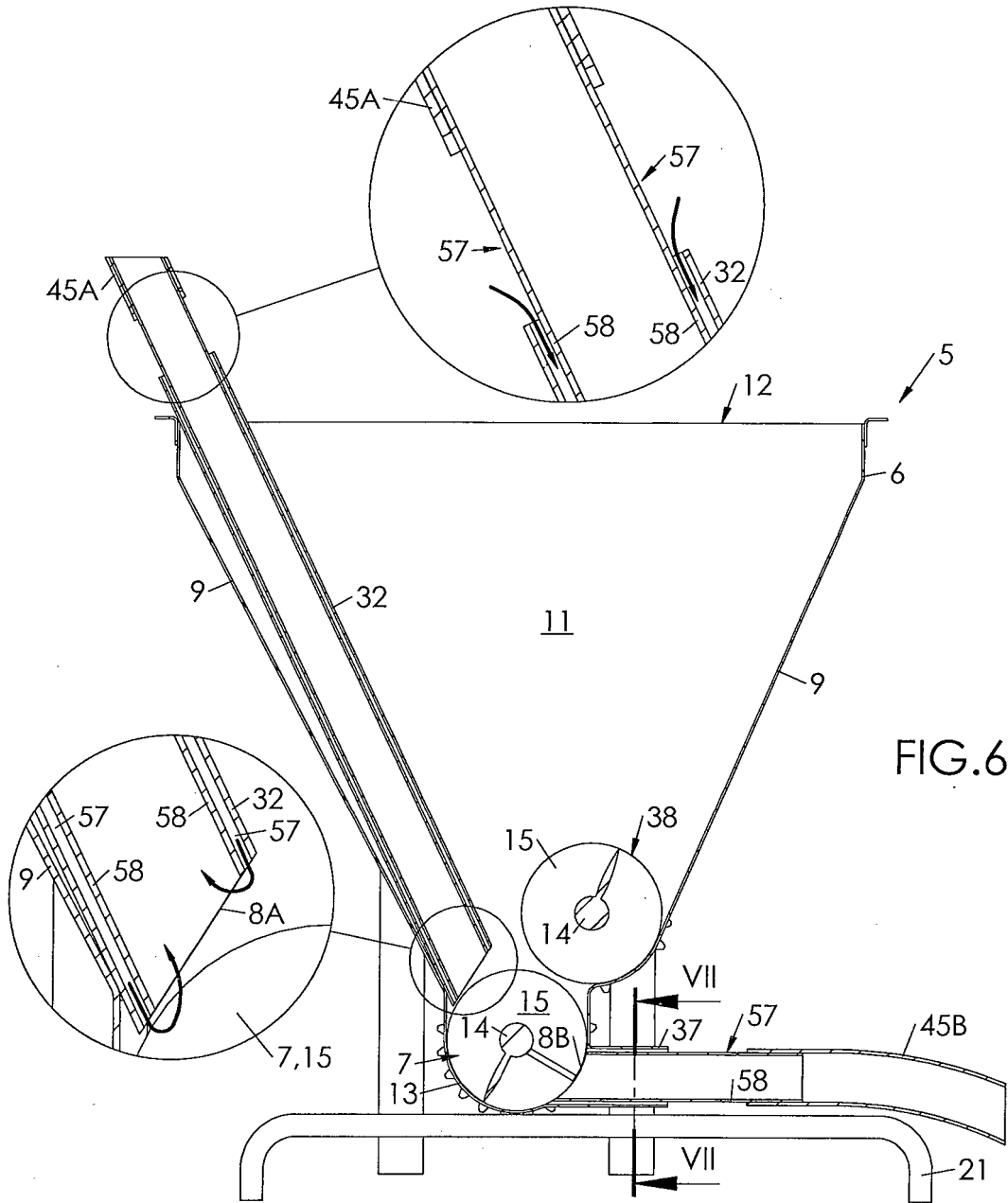


FIG. 6

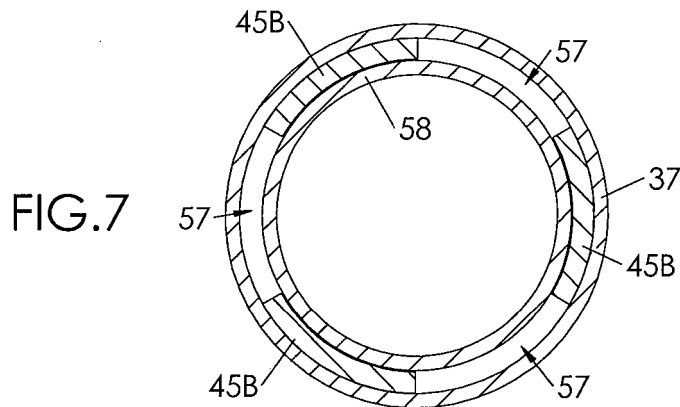
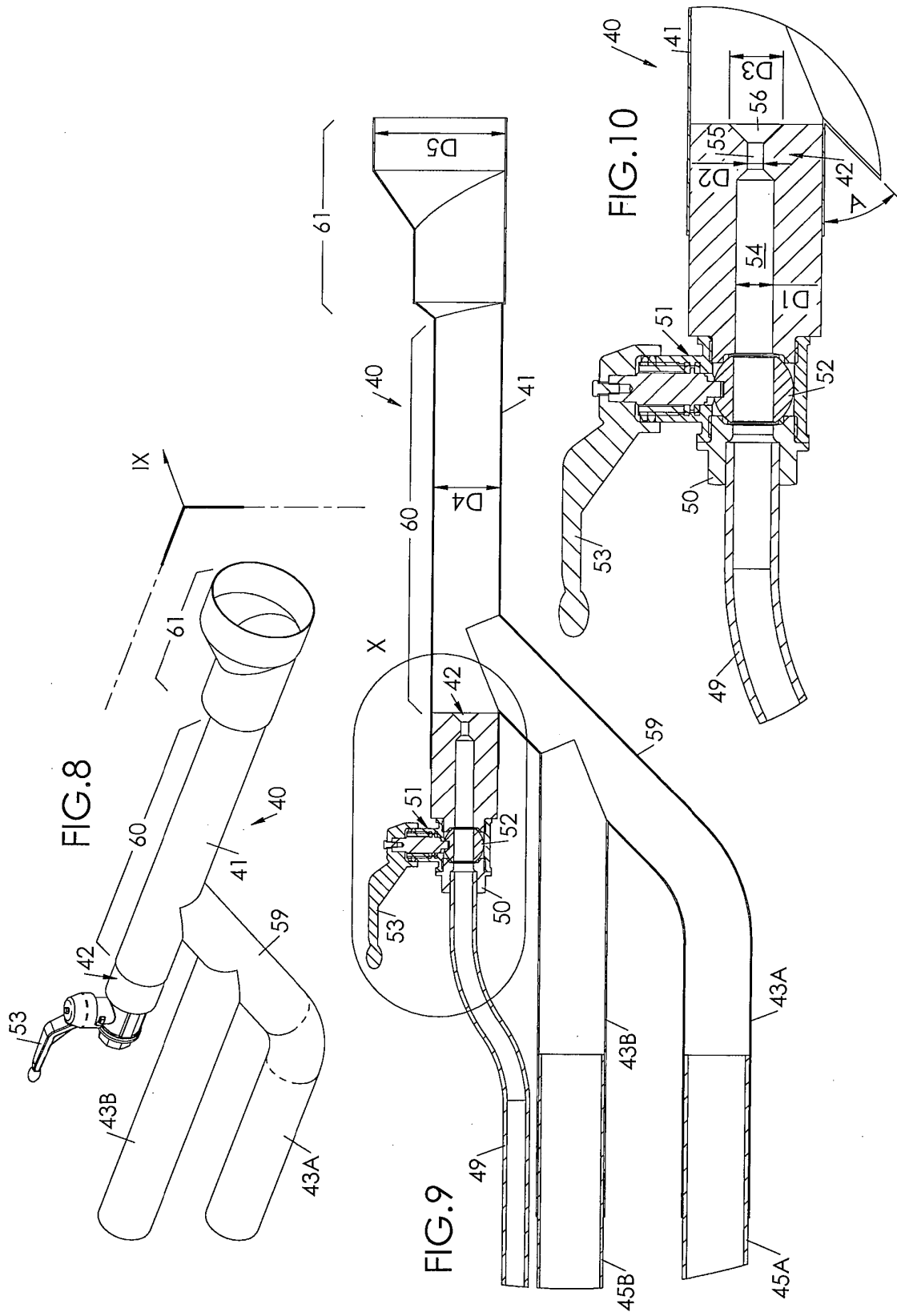


FIG. 7



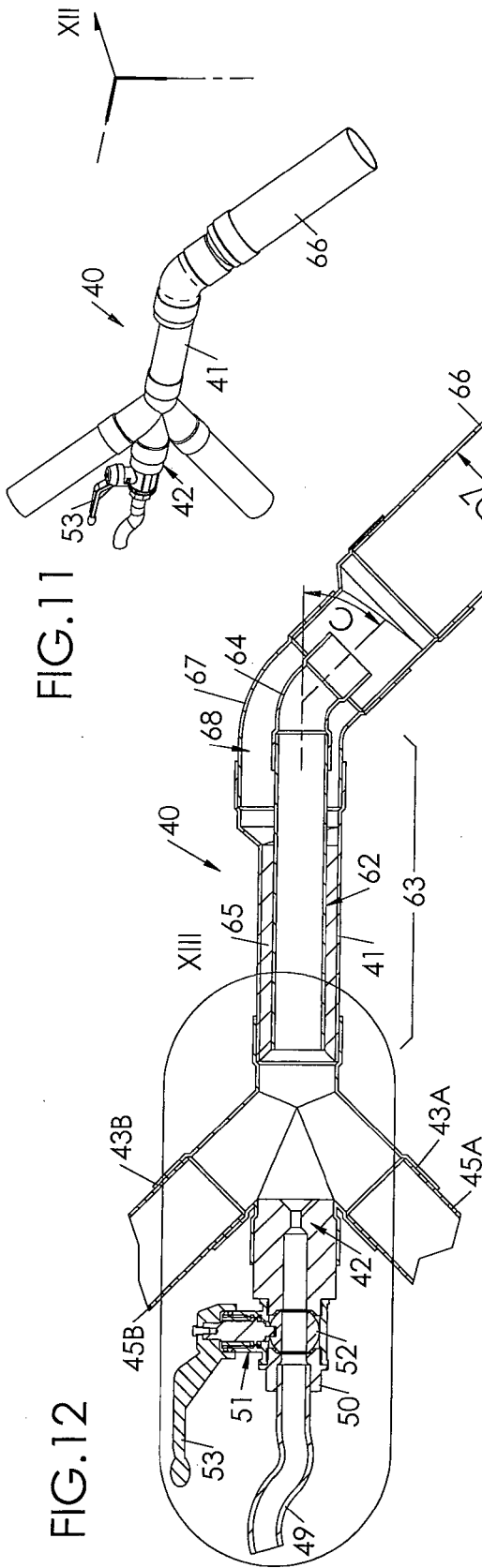


FIG. 11

FIG. 12

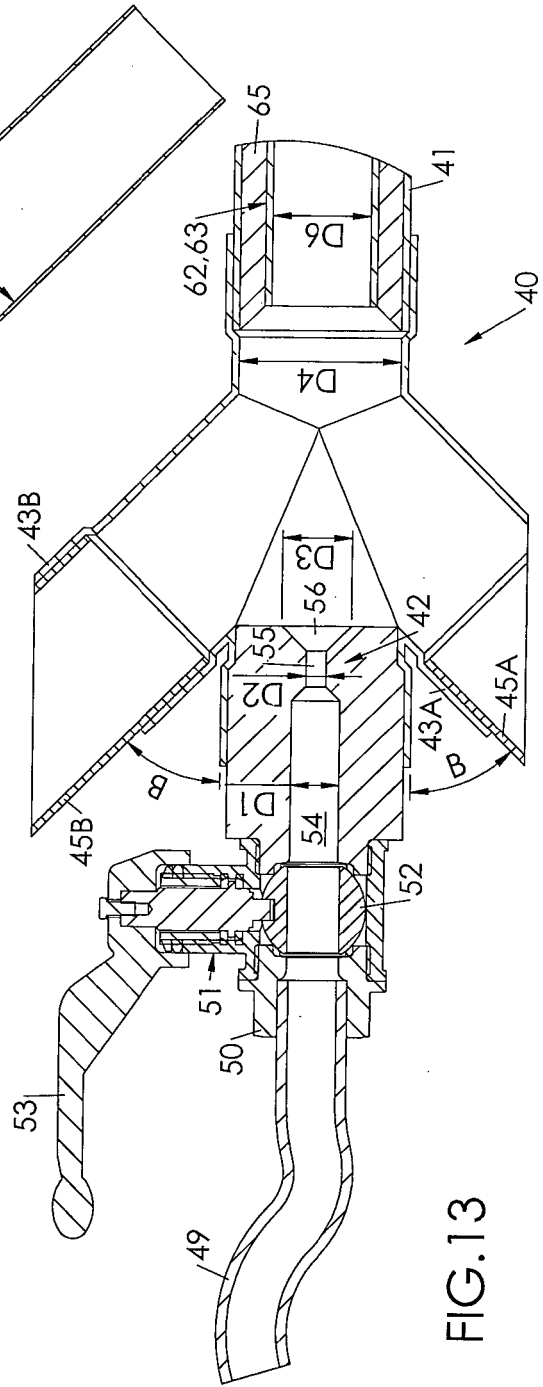


FIG. 13

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 578421 [0002]
- FR 2923242 [0004] [0005] [0007]
- FR 3007780 A1 [0008]