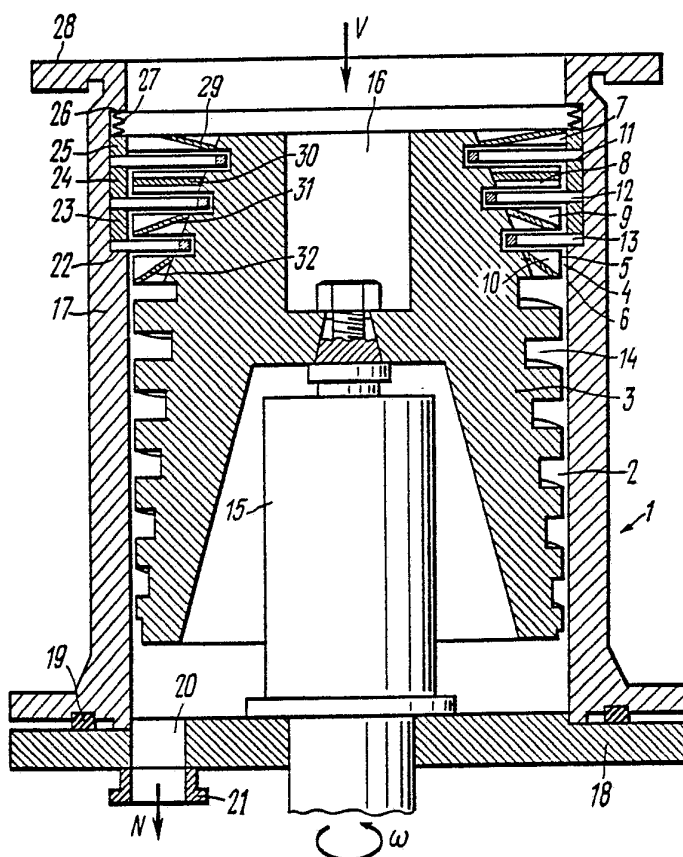


МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ
С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(51) Международная классификация изобретения 4: F04D 19/04	A1	(21) Номер международной публикации: WO 89/08192 (22) Дата международной публикации: 8 сентября 1989 (08.09.89)
(21) Номер международной заявки: PCT/SU88/00047 (22) Дата международной подачи: 26 февраля 1988 (26.02.88) (71)(72) Заявители и изобретатели: НОВИКОВ Николай Михайлович [SU/SU]; село Новое 601275, Владимирская обл., Суздальский район, ул. Молодежная, д. 2, кв. 16 (SU) [NOVIKOV, Nikolai Mikhailovich, selo Novoe (SU)]. ВИХРЕВ Владимир Ильич [SU/SU]; Владимир 600031, Суздальский пр., д. 3, кв. 52 (SU) [VIKHREV, Vladimir Il'ich, Vladimir (SU)]. ШОЛОХОВ Валерий Борисович [SU/SU]; Владимир 600005, ул. Горького, д. 75, кв. 55 (SU) [SHOLOKHOV, Valery Borisovich, Vladimir (SU)].		(74) Агент: ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА СССР; Москва 103735, ул. Куйбышева, д. 5/2 (SU) [THE USSR CHAMBER OF COMMERCE AND INDUSTRY, Moscow (SU)]. (81) Указанные государства: CH, DE, FI, GB, HU, JP, US Опубликована С отчетом о международном поиске

(54) Title: TURBOMOLECULAR VACUUM PUMP

(54) Название изобретения: ТУРБОМОЛЕКУЛЯРНЫЙ ВАКУУМНЫЙ НАСОС



(57) Abstract

A turbomolecular vacuum pump comprises a hollow stator (1) in which is mounted a rotor (3) with bladed wheels (7, 8, 9, 10) between which are mounted bladed disks (11, 12, 13). The flat blades (29, 30, 31, 32) of each of the bladed wheels (7, 8, 9, 10) are situated along the circumference on the surface of its hub and are inclined in relation to the planes perpendicular to the rotation axis of the rotor (3) in the direction of rotation. Each blade (29, 30, 31, 32) is so inclined that the line of intersection of its plane with the plane perpendicular to the rotation axis of the rotor (3) is oriented at an angle to the radii of the circumferences of the hub in the points of intersection of those lines with the circumferences of the hub and are oriented, for the bladed wheel (7) located on the side of gas delivery, in the direction of rotation of the rotor (3) and, for the bladed wheel (10) located on the side of gas suction, in the opposite direction.

(57) Реферат:

Турбомолекулярный вакуумный насос содержит полый статор (I), в котором установлен ротор (3) с лопаточными колесами (7, 8, 9, 10), между которыми расположены лопаточные диски (II, I2, I3). Плоские лопатки (29, 30, 31, 32) каждого лопаточного колеса (7, 8, 9, 10) расположены по окружности на поверхности его ступицы и наклонены к плоскостям, перпендикулярным оси вращения ротора (3), в сторону его вращения. Каждая лопатка (29, 30, 31, 32) расположена так, что линии пересечения ее плоскостей с плоскостями, перпендикулярными оси вращения ротора (3), расположены под углом к радиусам окружностей ступицы в точки пересечения этих линий с окружностями ступицы и направлены для лопаточного колеса (7), расположенного со стороны нагнетания газа, в сторону вращения ротора (3), а для лопаточного колеса (10), расположенного со стороны всасывания газа, - в противоположную сторону.

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Коды, используемые для обозначения стран-членов РСТ на титульных листах брошюр, в которых публикуются международные заявки в соответствии с РСТ:

AT Австрия
AU Австралия
BB Барбадос
BE Бельгия
BG Болгария
BJ Бенин
BR Бразилия
CF Центральнаяафриканская Республика
CG Конго
CH Швейцария
CM Камерун
DE Федеративная Республика Германии
DK Дания
FI Финляндия

FR Франция
GA Габон
GB Великобритания
HU Венгрия
IT Италия
JP Япония
KP Коре́йская Народно-Демократическая Республика
KR Коре́йская Республика
LI Лихтенштейн
LK Шри Ланка
LU Люксембург
MC Монако
MG Мадагаскар

ML Мали
MR Мавритания
MW Малави
NL Нидерланды
NO Норвегия
RO Румыния
SD Судан
SE Швеция
SN Сенегал
SU Советский Союз
TD Чад
TG Того
US Соединенные Штаты Америки

ТУРБОМОЛЕКУЛЯРНЫЙ ВАКУУМНЫЙ НАСОС

Область техники

Изобретение относится к роторным насосам необъемного вытеснения газов, а именно к молекулярным вакуумным насосам с осевым потоком газа для создания глубокого вакуума, и касается турбомолекулярного вакуумного насоса.

Предшествующий уровень техники

Современное развитие науки и техники требует большого количества типоразмеров молекулярных вакуумных насосов, имеющих различные откачные характеристики, в частности быстроту действия и степень сжатия газа, которые определяют габариты основных конструктивных элементов этих насосов.

В зависимости от откачных характеристик различают собственно молекулярные вакуумные насосы, имеющие только ступень молекулярной откачки газа, и турбомолекулярные или комбинированные вакуумные насосы, имеющие дополнительно ступень турбомолекулярной откачки газа, содержащую ротор и статор, установленные по одной оси с ротором и статором ступени молекулярной откачки газа со стороны всасывания газа. На роторе и статоре ступени турбомолекулярной откачки газа поочередно закреплены соответственно лопаточные колеса и лопаточные диски, лопатки которых расположены под углом друг к другу. Причём лопатки лопаточных колес наклонены к плоскостям, перпендикулярным оси вращения ротора, в сторону вращения ротора, а проходные сечения межлопаточных каналов уменьшаются от лопаточного колеса, расположенного со стороны всасывания газа, к лопаточному колесу, расположенному со стороны нагнетания газа. Турбомолекулярные вакуумные насосы характеризуются высокой быстротой действия, однако их конструктивное выполнение достаточно сложное.

Принцип действия турбомолекулярного вакуумного насоса заключается в том, что молекулы газа, попадая на лопатки вращающегося лопаточного колеса, получают импульс силы, вследствие чего к их собственной тепловой

- 2 -

5 скорости добавляется тангенциальная компонента скорости в направлении вращения лопаточного колеса. За счет повторных соударений с лопатками лопаточных колес ротора неупорядоченное движение молекул газа превращается в на-
I0 правленное движение со стороны всасывания газа в сторону нагнетания, то есть происходит процесс откачки молекул газа.

I0 В молекулярном режиме течения газа средняя длина свободного пробега молекулы газа больше, чем расстояние между соседними лопатками, и процесс откачки происходит за счет того, что молекулы газа сталкиваются с лопатками ротора значительно чаще, чем друг с другом.

I5 Эффективность работы или быстрота действия турбомолекулярного вакуумного насоса зависит от того, какая часть молекул газа пройдет сквозь лопаточные колеса и лопаточные диски со стороны всасывания газа в сторону нагнетания газа.

20 Известен турбомолекулярный вакуумный насос (SU, A, 335443), содержащий полый статор, в осевом отверстии которого установлен ротор по меньшей мере с двумя лопаточными колесами, между которыми расположены закрепленные на статоре лопаточные диски, плоские лопатки которых
25 расположены под углом к плоским лопаткам лопаточных колес ротора, расположенным по окружности на ступице соответствующего лопаточного колеса так, что проходные сечения каналов между обращенными друг к другу плоскостями соседних лопаток уменьшаются от лопаточного колеса, расположенного со стороны всасывания газа, к лопаточному ко-
30 лесу, расположенному со стороны нагнетания газа, и плоскости которых наклонены к плоскостям, перпендикулярным оси вращения ротора, в сторону его вращения.

35 Лопатки лопаточных колес расположены на ступицах так, что линии пересечения плоскостей каждой из лопаток с плоскостями, перпендикулярными оси вращения ротора, расположены по окружности ступицы радиально.

Решающее значение для откачных характеристик турбо-

- 3 -

молекулярного вакуумного насоса имеет зависимость между скоростью откачки газа и степенью его сжатия. Эту зависимость определяют геометрические параметры лопаточных колес и лопаточных дисков, габариты основных конструктивных элементов насоса.

В известном турбомолекулярном вакуумном насосе молекулы с зеркальным законом отражения, движущиеся в плоскостях, касательных к окружностям, коаксиальным окружности ступицы и пересекающим плоскости лопаток, при соударении с ними, получая тангенциальную составляющую скорости, частично возвращаются в откачиваемый объем, частично претерпевают повторные соударения в тех же плоскостях, получая тот же импульс силы. Этот фактор снижает быстроту действия насоса. Кроме того, присутствует обратный поток рассеивания молекул газа в зазоре между ротором и статором.

Раскрытие изобретения

В основу изобретения поставлена задача создать турбомолекулярный вакуумный насос с таким расположением плоскостей лопаток лопаточных колес, которое обеспечило бы увеличение откачных характеристик турбомолекулярного вакуумного насоса без увеличения его габаритов.

Поставленная задача решена тем, что в турбомолекулярном вакуумном насосе, содержащем полый статор, в осевом отверстии которого установлен ротор по меньшей мере с двумя лопаточными колесами, между которыми расположены закрепленные на статоре лопаточные диски, плоские лопатки которых расположены под углом к плоским лопаткам лопаточных колес ротора, расположенным по окружности на ступице соответствующего лопаточного колеса так, что проходные сечения каналов между обращенными друг к другу плоскостями соседних лопаток уменьшаются от лопаточного колеса, расположенного со стороны всасывания газа, к лопаточному колесу, расположенному со стороны нагнетания газа, и плоскости которых наклонены к плоскостям, перпендикулярным оси вращения

- 4 -

ротора, в сторону его вращения, согласно изобретению, каждая лопатка по меньшей мере одного из лопаточных колес расположена так, что линии пересечения ее плоскостей с плоскостями, перпендикулярными оси вращения ротора, расположены под углом к радиусам окружности ступицы, в точки пересечения этих линий с окружностями ступицы и направлены по меньшей мере для одного лопаточного колеса, расположенного со стороны нагнетания газа, в сторону вращения ротора, а по меньшей мере для одного лопаточного колеса, расположенного со стороны всасывания газа, - в противоположную сторону.

Целесообразно, чтобы в турбомолекулярном вакуумном насосе при одинаковом угле наклона плоскостей лопаток всех лопаточных колес к плоскостям, перпендикулярным оси вращения ротора, и при одинаковом количестве лопаток на всех лопаточных колесах, ротор имел плоскость, перпендикулярную его оси вращения, по одну сторону которой с увеличением расстояния от этой плоскости углы наклона линий пересечения плоскостей лопаток увеличиваются, и по разные стороны которой линии пересечения плоскостей лопаток наклонены в разные стороны относительно направления вращения ротора, при этом каждое лопаточное колесо смещено относительно других на угол, при котором для каждой лопатки каждого лопаточного колеса имеется по одной лопатке каждого другого лопаточного колеса, с которыми ее плоскости, обращенные в одну сторону, лежат в одной общей плоскости.

Такое конструктивное выполнение турбомолекулярного вакуумного насоса позволяет повысить его откачные характеристики. Быстрота действия увеличивается, поскольку линейные скорости молекул газа при соударении с поверхностями лопаток лопаточного колеса, расположенного со стороны всасывания газа, увеличиваются, так как они, кроме тангенциальной составляющей скорости, получают и радиальную составляющую скорости.

А степень сжатия газа увеличивается за счёт увеличения вероятности прохождения молекул со стороны всасывания

- 5 -

вания газа в сторону нагнетания газа и уменьшения обратного потока рассеивания газа, поскольку при соударении с лопатками лопаточного колеса, расположенного со стороны нагнетания газа, молекулы газа получают радиальную составляющую в направлении от свободного конца лопатки к центру лопаточного колеса.

Практически предложенный турбомолекулярный вакуумный насос имеет быстроту действия, по сравнению с известными турбомолекулярными вакуумными насосами при тех же габаритах, не менее чем на 20% выше, а степень сжатия газа при этом увеличена по меньшей мере в 5 раз.

Краткое описание чертежей

В дальнейшем изобретение поясняется описанием конкретного варианта его выполнения и прилагаемыми чертежами, на которых:

фиг.1 изображает общий вид турбомолекулярного вакуумного насоса (продольный разрез), согласно изобретению;

фиг.2 - ротор турбомолекулярного вакуумного насоса с четырьмя лопаточными колесами ступени турбомолекулярной откачки газа и расположенными по винтовой линии пазами ступени молекулярной откачки газа, согласно изобретению;

фиг.3 - вид по стрелке А на фиг.2, изображающий часть первого лопаточного колеса со стороны всасывания газа;

фиг.4 - вид по стрелке А на фиг.2, изображающий часть второго лопаточного колеса со стороны всасывания газа;

фиг.5 - вид по стрелке А на фиг.2, изображающий часть третьего лопаточного колеса со стороны всасывания газа;

фиг.6 - вид по стрелке А на фиг.2, изображающий часть четвертого лопаточного колеса со стороны всасывания газа;

фиг.7 - разрез на фиг.2 в направлении линии УП-УП, согласно изобретению;

- 6 -

фиг.8 - разрез на фиг.2 в направлении УШ-УШ, согласно изобретению.

Лучший вариант осуществления изобретения

5 Турбомолекулярный вакуумный насос содержит полый статор I (фиг.1), в осевом отверстии 2 которого установлен ротор 3. При этом зазор 4 между наружной цилиндрической поверхностью 5 ротора 3 и внутренней цилиндрической поверхностью 6 статора I достаточно мал, как
10 известно, он составляет от 0,15 до 0,03 мм и создает сравнительно большое сопротивление обратному потоку газа, то есть препятствует перетеканию газа со стороны N (на чертеже обозначена стрелкой) нагнетания газа в сторону V (на чертеже показана стрелкой) всасывания газа.
15

Турбомолекулярный вакуумный насос является комбинированным вакуумным насосом и содержит ступени турбомолекулярной и молекулярной откачки газа.

20 Ступень турбомолекулярной откачки газа содержит по меньшей мере два лопаточных колеса, между которыми расположен лопаточный диск. Количество лопаточных колес может быть различным, как и в других известных конструкциях турбомолекулярных вакуумных насосов. Оно может быть от двух до двадцати и более и, как известно,
25 зависит от геометрических параметров конструктивных элементов насоса, в частности от площади проходного сечения межлопаточных каналов лопаточных колес и от требуемых откачных характеристик турбомолекулярного вакуумного насоса.

30 В варианте турбомолекулярного вакуумного насоса, показанном на чертеже, имеется четыре лопаточных колеса 7, 8, 9, 10 и три лопаточных диска II, 12, 13.

Ступень молекулярной откачки газа представляет собой выполненные на наружной цилиндрической поверхности 5 ротора 3 пазы 14, расположенные по винтовой линии, в виде многозаходной винтовой нарезки прямоугольного профиля, образующие с внутренней цилиндрической поверхностью 6 статора I каналы откачки газа,
35

- 7 -

проходное сечение которых уменьшается в направлении со стороны V всасывания газа в сторону N нагнетания газа. Ротор 3 установлен на валу 15 и закреплен на одном его конце с помощью винта 16. Другой конец вала 15 связан с электродвигателем (на чертеже не показан). Статор I содержит корпус 17, закрепленный с помощью резьбового соединения на фланце 18. Для герметизации полости статора I между фланцем 18 и нижним торцом корпуса 17 имеется уплотнительное кольцо 19. На фланце 18 имеется отверстие 20, соосно с которым на фланце 18 со стороны N нагнетания газа закреплен патрубок 21 для соединения с трубопроводом (на чертеже не показан) форвакуумной откачки газа.

Лопаточные диски 11, 12, 13 закреплены на внутренней поверхности корпуса 17 так, что их свободные концы зажаты между буртом 22 корпуса 17 статора I и кольцами 23, 24, 25. Между кольцом 25 и буртом 26 корпуса 17 статора I установлены пружины 27 сжатия. На корпусе 17 со стороны V всасывания газа имеется фланец 28 для соединения с герметизируемой камерой (на чертеже не показана) соответствующей технологической установки.

Плоские лопатки 29, 30, 31, 32 соответственно первого, второго, третьего и четвертого со стороны V всасывания газа лопаточных колес 7, 8, 9, 10 наклонены под острыми углами α_1 (фиг.2), α_2 , α_3 , α_4 к плоскостям, перпендикулярным оси 0 вращения ротора 3, и направлены в сторону вращения ротора 3 (направление вращения на фиг.1, 2, 3, 4, 5, 6 показано стрелкой ω).

Угол α_1 - это угол между плоскостью лопатки 29 и торцевой поверхностью первого со стороны V всасывания газа лопаточного колеса 7, обращенной в сторону V всасывания газа.

Угол α_2 - это угол между плоскостью лопатки 30 и торцевой поверхностью второго со стороны V всасы-

- 8 -

вания газа лопаточного колеса 8.

Угол α_3 - угол между плоскостью лопатки 31 и торцевой поверхностью третьего со стороны V всасывания газа лопаточного колеса 9.

Угол α_4 - угол между плоскостью лопатки 32 и торцевой поверхностью четвертого со стороны V или первого со стороны N нагнетания газа лопаточного колеса 10.

Углы $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ могут быть от 10° до 60° , как и в других известных конструкциях турбомолекулярных вакуумных насосов. Эти углы $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ могут быть как одинаковыми для всех лопаточных колес 7, 8, 9, 10, так и различными. В случае, если $\alpha_1 \neq \alpha_2 \neq \alpha_3 \neq \alpha_4$, для всех лопаточных колес 7, 8, 9, 10 он должен уменьшаться от лопаточного колеса 7, расположенного со стороны V всасывания газа, к лопаточному колесу 10, расположенному со стороны N нагнетания газа, то есть $\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3 > \alpha_4$. Если эти углы одинаковы, то есть $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4$, то, как известно, целесообразно для обеспечения эффективного процесса откачки газа увеличивать количество лопаток 29, 30, 31, 32 от первого лопаточного колеса, расположенного со стороны V всасывания газа к лопаточному колесу 10, расположенному со стороны N нагнетания газа, или увеличивать ширину лопаточных колес 7, 8, 9, 10, либо выполнять и то и другое одновременно.

Количество лопаток 29, 30, 31, 32 соответственно на каждом из лопаточных колес 7, 8, 9, 10 может быть, как и в других известных конструкциях турбомолекулярных вакуумных насосов как одинаковым, так и различным.

В описываемом варианте турбомолекулярного вакуумного насоса количество лопаток 29, 30, 31, 32 для всех лопаточных колес 7, 8, 9, 10 одинаково и равно тридцати шести. Углы $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ наклона соответственно лопаток 29, 30, 31, 32 также одинаковы и равны 45° , то есть $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = 45^\circ$.

Плоские лопатки 29 (фиг.3) первого со стороны V

- 9 -

всасывания газа лопаточного колеса 7 равномерно расположены по окружности радиуса R_1 ступицы 33 и образуют между обращенными навстречу друг другу плоскостями

5 каналы 34. Плоские лопатки 30 (фиг.4) второго со стороны V всасывания газа лопаточного колеса 8 равномерно расположены по окружности радиуса R_2 ступицы 35 и образуют каналы 36. Плоские лопатки 31 (фиг.5) третьего со стороны V всасывания газа лопаточного

10 колеса 9 равномерно расположены по окружности радиуса R_3 ступицы 37 и образуют каналы 38. Плоские лопатки 32 (фиг.6) четвертого со стороны V всасывания газа лопаточного колеса 10 равномерно расположены по окружности радиуса R_4 ступицы 39 и образуют межлопаточные

15 каналы 40.

При этом ширина a_1 (фиг.2), a_2 , a_3 , a_4 соответственно лопаточных колес 7, 8, 9, 10 увеличивается от первого лопаточного колеса 7, расположенного со

20 стороны V всасывания газа, к лопаточному колесу 10, расположенному со стороны N нагнетания газа, то есть $a_1 < a_2 < a_3 < a_4$. Проходные сечения каналов 34 (фиг.3), 36 (фиг.4), 38 (фиг.5), 40 (фиг.6) уменьшаются от лопаточного колеса 7, расположенного со стороны

25 V всасывания газа, к лопаточному колесу 10, расположенному со стороны N нагнетания газа, за счёт того, что уменьшается длина лопаток 30, 31, 32, то есть ℓ_1 (фиг.7) $> \ell_2 > \ell_3 > \ell_4$,

где ℓ_1 - длина лопаток 29 лопаточного колеса 7;
 ℓ_2 - длина лопаток 30 лопаточного колеса 8;
 30 ℓ_3 - длина лопаток 31 лопаточного колеса 9;
 ℓ_4 - длина лопаток 32 лопаточного колеса 10.

Соответственно увеличиваются радиусы R_2 , R_3 , R_4 ступиц 35, 37, 39 лопаточных колес 8, 9, 10, то есть $R_1 < R_2 < R_3 < R_4$.

Каждая лопатка по меньшей мере одного из лопаточ-

35 ных колес расположена так, что линии пересечения ее плоскостей с плоскостями, перпендикулярными оси вращения ротора, расположены под углом к радиусам окружностей

- 10 -

тей его ступицы, проведенным в точки пересечения этих
линий с окружностями ступиц, и направлены по меньшей
мере для одного лопаточного колеса, расположенного со
5 стороны нагнетания газа, в сторону вращения ротора, а
по меньшей мере для одного лопаточного колеса, распо-
ложенного со стороны всасывания газа, - в противополож-
ную сторону.

В описываемом варианте турбомолекулярного вакуум-
ного насоса каждая лопатка 29 (фиг.3) первого со сто-
10 роны V всасывания газа лопаточного колеса 7 распо-
ложена так, что линия m пересечения одной из ее плос-
костей с торцевой поверхностью лопаточного колеса 7,
обращенной в сторону V всасывания газа, расположена
15 под острым углом $\beta_1 = 30^\circ$ к радиусу R_1 окружности
ступицы 33, проведенному в точку s пересечения линии
 m с окружностью ступицы 33, и наклонена в сторону,
противоположную направлению ω вращения ротора 3.

Каждая лопатка 30 (фиг.2,8) второго со стороны V
20 всасывания газа лопаточного колеса 8 расположена так,
что, если не учитывать толщину лопатки, линия n пе-
ресечения ее плоскостей с плоскостью K, перпендику-
лярной оси O вращения ротора 3, проходящей по средин-
ному сечению лопаточного колеса 8, расположены радиаль-
25 но. При этом углы β наклона линий пересечения плос-
костей лопатки 30 с другими плоскостями, перпендику-
лярными оси вращения ротора 3, сравнительно невелики
и увеличиваются с увеличением расстояния от плоскости
K. Кроме того, линии n пересечения плоскостей лопат-
30 ки 30 с плоскостями, расположенными по разные стороны
от плоскости K, направлены в разные стороны от соот-
ветствующих радиусов R_2 окружностей ступицы 35.

Каждая лопатка 31 (фиг.5) третьего со стороны V
всасывания газа или второго со стороны N нагнетания
35 газа лопаточного колеса 9 расположена так, что линия
р пересечения одной из ее плоскостей с торцевой по-
верхностью лопаточного колеса 9, обращенной в сторону
V всасывания газа, расположена под острым углом

- II -

$\beta = 20^\circ$ к радиусу R_3 окружности ступицы 37, проведенному в точку S_3 пересечения линии p с окружностью ступицы 37, и наклонена в сторону ω вращения ротора 3.

Каждая лопатка 32 (фиг.6) четвертого со стороны V всасывания газа или первого со стороны N нагнетания газа лопаточного колеса 10 расположена так, что линия f пересечения одной из ее плоскостей с торцевой поверхностью лопаточного колеса 10, обращенной в сторону V всасывания газа, расположена под острым углом $\beta_4 = 30^\circ$ к радиусу R_4 окружности ступицы 39, проведенному в точку S_4 пересечения линии f с окружностью ступицы 39, и наклонена в сторону ω вращения ротора 3. При этом с увеличением расстояния от плоскости K углы β наклона линий пересечения плоскостей лопаток 29, 30, 31, 32 увеличиваются. Эти углы могут увеличиваться до 60° . Максимальная величина этих углов зависит от угла α наклона лопаток и от требуемых откачных характеристик турбомолекулярного вакуумного насоса.

В варианте, показанном на фиг.2, плоскость K расположена в среднем сечении второго лопаточного колеса 8, лопатки 30 которого расположены практически радиально, лопатки 29 и 31, 32 остальных лопаточных колес 7, 9, 10, расположенных по разные стороны этой плоскости K наклонены в разные стороны от радиального направления.

Место расположения этой плоскости K в каждой конкретной конструкции турбомолекулярного вакуумного насоса выбирается расчетным путем и зависит от требуемых геометрических параметров лопаточных колес, количества лопаток, площади проходного сечения межлопаточных каналов, углов α наклона лопаток.

В описываемом варианте все лопаточные колеса 7, 8, 9, 10 повернуты относительно друг друга вокруг оси 0 вращения ротора 3 так, что для каждого лопаточного колеса 7, 8, 9, 10 имеется по одной лопатке 29, 30, 31, 32

- 12 -

с которыми ее плоскости, обращенные в одну сторону, лежат в одной плоскости z .

5 Такое конструктивное выполнение турбомолекулярного вакуумного насоса позволяет изготовить его ротор 3 монолитным, что значительно упрощает технологический процесс изготовления ротора 3, сокращает время, затрачиваемое на его изготовление по меньшей мере в 5 раз, и повышает эксплуатационные характеристики турбомоле-

10 кулярного вакуумного насоса.

Турбомолекулярный вакуумный насос работает следующим образом. При установке насоса его фланец 28 (фиг. I) соединяется с герметизируемой камерой (на чертеже не показана) соответствующей технологической ус-

15 тановки. Патрубок 21 соединяется с трубопроводом (на чертеже не показан) форвакуумной откачки газа. Производится форвакуумная откачка газа из герметичной камеры до давления от 1 до 10^{-1} Па. Затем подачей напряжения на статор электродвигателя (на чертеже не показан)

20 приводится во вращение вал 15 с ротором 3, приводя во вращение в направлении ω лопаточные колеса 7, 8, 9, 10.

При вращении ротора 3 молекулы газа из откачиваемого объема герметизируемой камеры попадают в полость

25 насоса и захватываются лопатками 29 первого лопаточного колеса 7 со стороны V всасывания газа. К собственной тепловой скорости молекул газа добавляется импульс скорости, полученный при соударении с вращающимися лопатками 29. После многократных отражений от лопаток 29 лопаточного колеса 7 молекулы газа попадают на

30 лопаточный диск II и далее на лопатки 30 второго лопаточного диска II и далее на лопатки 30 второго лопаточного колеса 8. Молекулы, имеющие зеркальный закон отражения, движущиеся в плоскостях, касательных к окружностям, коаксиальным окружности ступицы и пересекающим

35 плоскости лопаток 29, попадая на первое лопаточное колесо 7 получают, кроме тангенциальной составляющей скорости еще и радиальную, что способствует их пе-

- 13 -

- ремещению к периферии лопаток 29, где линейные скорости лопаток 29 увеличиваются. Вследствие этого молекулы газа получают более высокий импульс силы и быстрее удаляются со стороны V всасывания газа в сторону N нагнетания газа. Этим обеспечивается повышение быстроты действия турбомолекулярного вакуумного насоса. Пройдя через лопаточный диск II, молекулы газа попадают на второе лопаточное колесо 8, линии пересечения плоскостей лопаток 30 которого расположены почти радиально. При соударении с лопатками 30 лопаточного колеса 8, молекулы газа получают только тангенциальную составляющую и откачка газа осуществляется, как в других известных конструкциях турбомолекулярных вакуумных насосов.
- I5 После многократных отражений от лопаток 30 лопаточного колеса 8 молекулы газа попадают на лопаточный диск I2 и далее на лопаточное колесо 9, линии пересечения плоскостей лопаток 31 которого наклонены в сторону вращения ротора 3. Молекулы газа при столкновении с набегающей боковой поверхностью лопаток 31 лопаточного колеса 9 получают импульс силы, направленный от периферии лопаток 9 к оси O вращения ротора 3, обеспечивая откачку молекул газа из зазора 4 и уменьшая обратный поток рассеивания молекул газа. Пройдя лопаточное колесо 9, молекулы попадают на лопаточный диск I3 и далее на лопатки 32 лопаточного колеса IO. Работа лопаточного колеса IO осуществляется так же, как и лопаточного колеса 9. Но поскольку угол $\beta_4 > \beta_3$ эффективность удаления молекул газа из зазора 4 увеличивается за счёт уменьшения обратного потока рассеивания газа, что, в свою очередь, приводит к увеличению степени сжатия газа.

30 Далее с лопаток 32 лопаточного колеса IO молекулы газа попадают в пазы I4 ступени молекулярной откачки газа, работа которой осуществляется известным образом.

35

Таким образом при работе турбомолекулярного вакуумного насоса наклон линий пересечения плоскостей лопаток от радиального направления в сторону вращения ро-

- I4 -

рора приводит к увеличению степени сжатия газа, а в противоположную сторону - к увеличению скорости действия. Все это в результате повышает откачные характеристики турбомолекулярного вакуумного насоса без увеличения его габаритов.

Промышленная применимость

Предлагаемый молекулярный вакуумный насос может быть использован в различных технологических установках для создания и поддержания вакуума с остаточным давлением газа от 10^{-1} Па до 10^{-7} Па, например, в электронике при изготовлении микросхем, при выращивании искусственных кристаллов, а также в различных исследовательских установках и приборах, которые работают с использованием вакуума, например в ускорителях элементарных частиц, в масс-спектрометрах, электронных микроскопах.

- 15 -

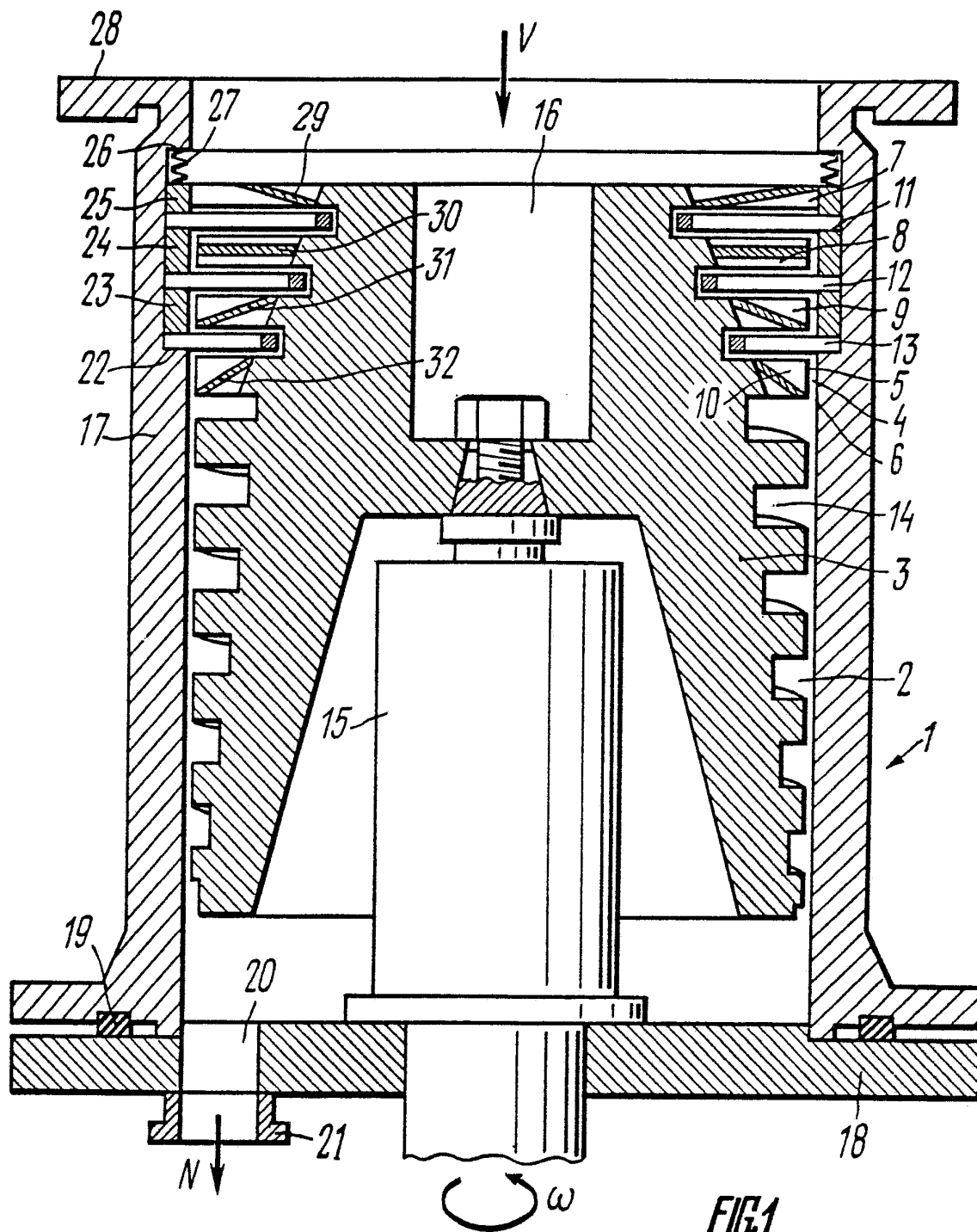
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Турбомолекулярный вакуумный насос, содержащий полый статор (1), в осевом отверстии (2) которого установлен ротор (3) по меньшей мере с двумя лопаточными колесами (7, 8, 9, 10), между которыми расположены закрепленные на статоре (1) лопаточные диски (11, 12, 13), плоские лопатки которых расположены под углом к плоским лопаткам (29, 30, 31, 32) лопаточных колес (7, 8, 9, 10) ротора (3), расположенным по окружности на ступице соответствующего лопаточного колеса (7, 8, 9, 10) так, что проходные сечения каналов между обращенными друг к другу плоскостями соседних лопаток (29, 30, 31, 32) уменьшаются от лопаточного колеса (7), расположенного со стороны (V) всасывания газа, к лопаточному колесу (10), расположенному со стороны (N) нагнетания газа, и плоскости которых наклонены к плоскостям, перпендикулярным оси вращения ротора (3), в сторону его вращения, отличающийся тем, что каждая лопатка (29, 30, 31, 32) по меньшей мере одного из лопаточных колес (7, 8, 9, 10) расположена так, что линии пересечения её плоскостей с плоскостями, перпендикулярными оси вращения ротора (3), расположены под углом к радиусам окружностей ступицы в точки пересечения этих линий с окружностями ступицы и направлены по меньшей мере для одного лопаточного колеса (10), расположенного со стороны (N) нагнетания газа, в сторону вращения ротора (3), а по меньшей мере для одного лопаточного колеса (7), расположенного со стороны (V) всасывания газа, - в противоположную сторону.

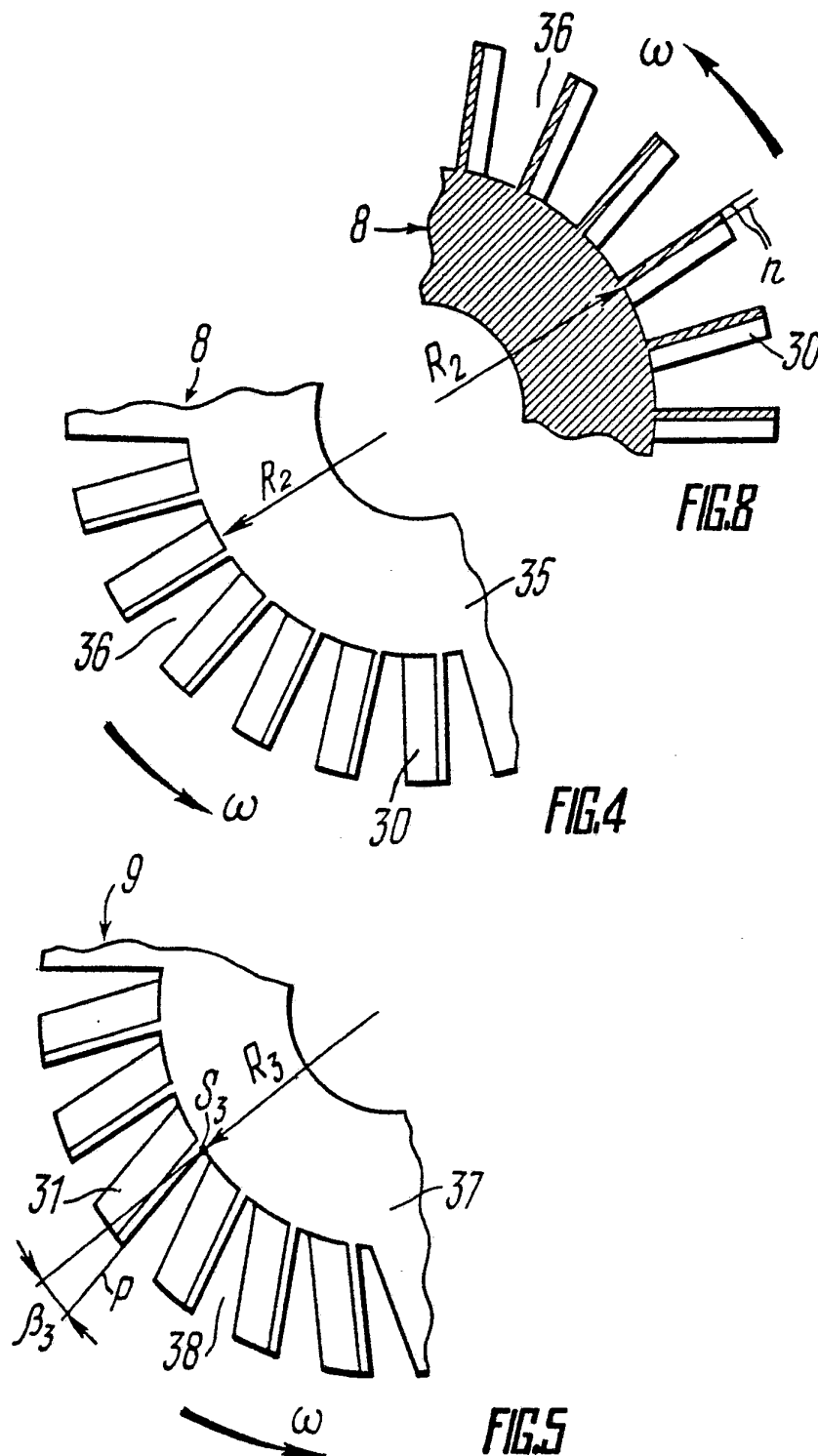
2. Турбомолекулярный вакуумный насос по п.1, отличающийся тем, что при одинаковом угле наклона плоскостей лопаток (29, 30, 31, 32) всех лопаточных колес (7, 8, 9, 10) к плоскостям, перпендикулярным оси вращения ротора (3), и при одинаковом количестве лопаток (29, 30, 31, 32) на всех лопаточных колесах (7, 8, 9, 10) ротор (3) имеет плоскость, перпендикулярную его оси вращения, по одну сторону которой с уве-

- 16 -

личением расстояния от этой плоскости углы наклона линий пересечения плоскостей лопаток (29, 30, 31, 32) и по разные стороны которой увеличиваются, линии пересечения плоскостей лопаток (29, 30, 31, 32) наклонены в
5 разные стороны относительно направления вращения ротора (3), при этом каждое лопаточное колесо (29, 30, 31, 32) смещено относительно других на угол, при котором для каждой лопатки (29, 30, 31, 32) каждого лопаточного колеса (7, 8, 9, 10) имеется по одной лопатке
10 (29, 30, 31, 32) каждого другого лопаточного колеса (7, 8, 9, 10), с которыми ее плоскости, обращенные в одну сторону, лежат в одной общей плоскости.

$\frac{1}{4}$ 

3/4



4/4

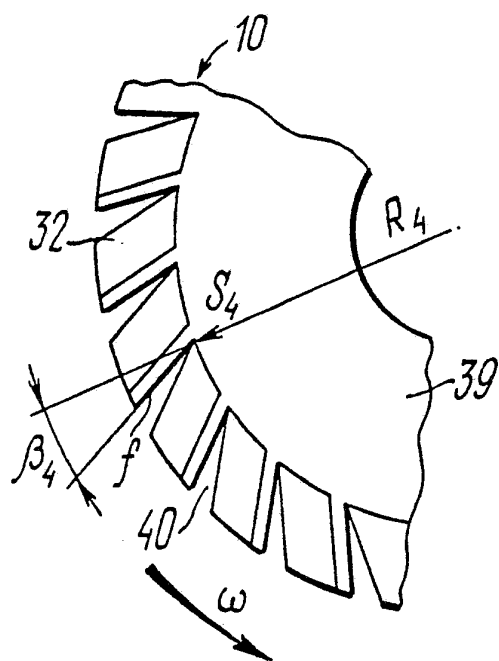


FIG. 6

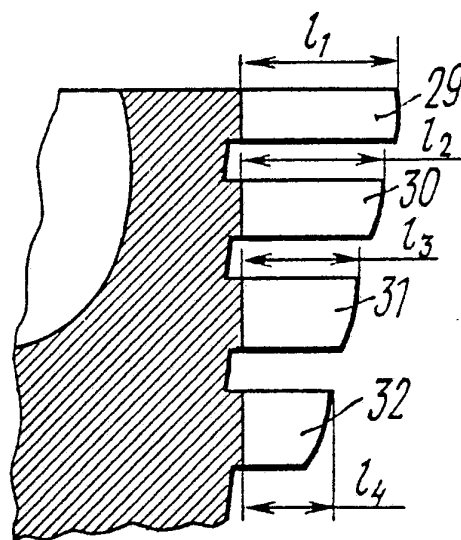


FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/SU 88/00047

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) * According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC IPC⁴ F 04 D 19/04																	
II. FIELDS SEARCHED Minimum Documentation Searched ⁷ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <th style="width: 25%;">Classification System</th> <th style="width: 75%;">Classification Symbols</th> </tr> <tr> <td style="height: 40px; vertical-align: top;">IPC⁴</td> <td style="vertical-align: top;">F 04 D 19/04</td> </tr> </table> Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *			Classification System	Classification Symbols	IPC ⁴	F 04 D 19/04											
Classification System	Classification Symbols																
IPC ⁴	F 04 D 19/04																
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Category *</th> <th style="width: 70%;">Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²</th> <th style="width: 20%;">Relevant to Claim No. ¹³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>DE, A1, 3613344 (Arthur Pfeiffer Vakuumtechnik Wetzlar GmbH) 22 October 1987 (22.10.87), see claims 1-3 & FR, A, 2597552; NL, A, 8700458 --</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1,2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>EP, A1, 0081890, (ULTRA-CENTRIFUGE NEDERLAND N.V.) 22 June 1983 (22.06.83), see claims 1-2 & JP, A, 58-155297 --</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1,2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>DE, C2, 2255618, (Compagnie Industrielle des Télécommunications CIT-ALCATEL S.A.) 23 December 1982 (23.12.82), see claims --</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1,2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>FR, A5, 2244370, (COMPAGNIE INDUSTRIELLE DES TELECOMMUNICATIONS CIT-ALCATEL), 11 April 1975 (11.04.75), see claims -----</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1,2</td> </tr> </tbody> </table>			Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³	A	DE, A1, 3613344 (Arthur Pfeiffer Vakuumtechnik Wetzlar GmbH) 22 October 1987 (22.10.87), see claims 1-3 & FR, A, 2597552; NL, A, 8700458 --	1,2	A	EP, A1, 0081890, (ULTRA-CENTRIFUGE NEDERLAND N.V.) 22 June 1983 (22.06.83), see claims 1-2 & JP, A, 58-155297 --	1,2	A	DE, C2, 2255618, (Compagnie Industrielle des Télécommunications CIT-ALCATEL S.A.) 23 December 1982 (23.12.82), see claims --	1,2	A	FR, A5, 2244370, (COMPAGNIE INDUSTRIELLE DES TELECOMMUNICATIONS CIT-ALCATEL), 11 April 1975 (11.04.75), see claims -----	1,2
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³															
A	DE, A1, 3613344 (Arthur Pfeiffer Vakuumtechnik Wetzlar GmbH) 22 October 1987 (22.10.87), see claims 1-3 & FR, A, 2597552; NL, A, 8700458 --	1,2															
A	EP, A1, 0081890, (ULTRA-CENTRIFUGE NEDERLAND N.V.) 22 June 1983 (22.06.83), see claims 1-2 & JP, A, 58-155297 --	1,2															
A	DE, C2, 2255618, (Compagnie Industrielle des Télécommunications CIT-ALCATEL S.A.) 23 December 1982 (23.12.82), see claims --	1,2															
A	FR, A5, 2244370, (COMPAGNIE INDUSTRIELLE DES TELECOMMUNICATIONS CIT-ALCATEL), 11 April 1975 (11.04.75), see claims -----	1,2															
* Special categories of cited documents: ¹⁰ "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family																	
IV. CERTIFICATION <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Date of the Actual Completion of the International Search 25 August 1988 (25.08.88) </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Date of Mailing of this International Search Report 5 November 1988 (05.11.88) </td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> International Searching Authority ISA/SU </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Signature of Authorized Officer </td> </tr> </table>			Date of the Actual Completion of the International Search 25 August 1988 (25.08.88)	Date of Mailing of this International Search Report 5 November 1988 (05.11.88)	International Searching Authority ISA/SU	Signature of Authorized Officer											
Date of the Actual Completion of the International Search 25 August 1988 (25.08.88)	Date of Mailing of this International Search Report 5 November 1988 (05.11.88)																
International Searching Authority ISA/SU	Signature of Authorized Officer																

О. ЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСК

Международная заявка № PCT/SU 88/00047

I. КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТА ИЗОБРЕТЕНИЯ (если применяются несколько классификационных индексов, укажите все) ⁶		
В соответствии с Международной классификацией изобретений (МКИ) или как в соответствии с национальной классификацией, так и с МКИ МКИ⁴ - F04D 19/04		
II. ОБЛАСТИ ПОИСКА		
Минимум документации, охваченной поиском ⁷		
Система классификации	Классификационные рубрики	
МКИ ⁴	F04D 19/04	
Документация, охваченная поиском и не входившая в минимум документации, в той мере, насколько она входит в область поиска ⁸		
III. ДОКУМЕНТЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ПРЕДМЕТУ ПОИСКА ⁹		
Категория*	Ссылка на документ ¹⁰ , с указанием, где необходимо, частей, относящихся к предмету поиска ¹²	Относится к пункту формулы № ¹³
A	DE, A1, 3613344, (Arthur Pfeiffer Vakuum-technik Wetzlar GmbH), 22 октября 1987 (22.10.87), смотри п.1-3 формулы & FR, A, 2597552; NL, A, 8700458	1,2
A	EP, A1, 0081890, (ULTRA-CENTRIFUGE NEDERLAND N.V.), 22 июня 1983 (22.06.83), смотри п.1-2 формулы & JP, A, 58-155297	1,2
A	DE, C2, 2255618, (Compagnie Industrielle des Télécommunications CIT-ALCATEL S.A.), 23 декабря 1982 (23.12.82), смотри формулу	1,2
A	FR, A5, 2244370, (COMPAGNIE INDUSTRIELLE DES TELECOMMUNICATIONS CIT-ALCATEL), 11 апреля 1975 (11.04.75), смотри формулу	1,2
* Особые категории ссылочных документов ¹⁰ :		
.A* документ, определяющий общий уровень техники, который не имеет наиболее близкого отношения к предмету поиска.		
.E* более ранний патентный документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее.		
.L* документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано).		
.O* документ, относящийся к устному раскрытию, применению, выставке и т. д.		
.P* документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета.		
.T* более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или даты приоритета и не порочащий заявку, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение.		
.X* документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной и изобретательским уровнем.		
.Y* документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; документ в сочетании с одним или несколькими подобными документами порочит изобретательский уровень заявленного изобретения, такое сочетание должно быть очевидно для лица, обладающего познаниями в данной области техники.		
& документ, являющийся членом одного и того же патентного семейства.		
IV. УДОСТОВЕРЕНИЕ ОТЧЕТА		
Дата действительного завершения международного поиска	Дата отправки настоящего отчета о международном поиске	
25 августа 1988 (25.08.88)	5 ноября 1988 (05.11.88)	
Международный поисковый орган	Подпись уполномоченного лица	
ISA/SU	В.Белов	