



(51) МПК

B64G 1/10 (2006.01)*B64G* 1/22 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012142381/11, 04.10.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.10.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 04.10.2012

(43) Дата публикации заявки: 10.04.2014 Бюл. № 10

(45) Опубликовано: 10.08.2014 Бюл. № 22

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2329920 C2, 27.07.2008. RU
2369537 C2, 10.10.2009. US 5954298 A1,
21.09.1999. WO 1992000223 A1, 09.01.1992

Адрес для переписки:

662972, Красноярский край, г. Железногорск,
ул. Ленина, 52, ОАО "ИСС", Р.П. Туркеничу

(72) Автор(ы):

Халиманович Владимир Иванович (RU),
Лавров Виктор Иванович (RU),
Колесников Анатолий Петрович (RU),
Головенкин Евгений Николаевич (RU),
Анкудинов Александр Владимирович (RU),
Акчурин Георгий Владимирович (RU),
Гордеев Егор Александрович (RU),
Габов Алексей Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество
"Информационные спутниковые системы"
имени академика М.Ф. Решетнева" (RU)

(54) СПОСОБ КОМПОНОВКИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

(57) Реферат:

Изобретение относится к космической технике, а именно к компоновке космических аппаратов. Ёмкость изготавливают с тремя отверстиями для отвода пара, основное отверстие выполняют с центром, через который проходит центральная ось емкости, параллельная продольной оси спутника, направленная в сторону центра масс спутника, два дополнительных отверстия выполняют с центрами, через которые проходит другая параллельная ось емкости, параллельная оси спутника, направленная по направлению полета его. Ёмкость устанавливают на максимально возможном удалении от центра масс

спутника по направлению, параллельному указанной продольной оси спутника, при этом центральную ось емкости, параллельную продольной оси спутника, располагают с минимально возможным отклонением от нее, одновременно обеспечивая, чтобы вторая центральная ось емкости, перпендикулярная ей, была параллельна оси аппарата, направленной по направлению полета спутника по орбите. Три отверстия для отвода паров установленной на борту емкости через электроклапаны соединяют с редуктором. Изобретение позволяет снизить массу и энергопотребление КА. 3 ил.

RU 2 525 355 C 2

RU 2 525 355 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B64G 1/10 (2006.01)
B64G 1/22 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012142381/11, 04.10.2012

(24) Effective date for property rights:
04.10.2012

Priority:

(22) Date of filing: 04.10.2012

(43) Application published: 10.04.2014 Bull. № 10

(45) Date of publication: 10.08.2014 Bull. № 22

Mail address:

662972, Krasnojarskij kraj, g. Zheleznogorsk, ul.
Lenina, 52, OAO "ISS", R.P. Turkenichu

(72) Inventor(s):

**Khalimanovich Vladimir Ivanovich (RU),
Lavrov Viktor Ivanovich (RU),
Kolesnikov Anatolij Petrovich (RU),
Golovenkin Evgenij Nikolaevich (RU),
Ankudinov Aleksandr Vladimirovich (RU),
Akchurin Georgij Vladimirovich (RU),
Gordeev Egor Aleksandrovich (RU),
Gabov Aleksej Sergeevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo
"Informatsionnye sputnikovye sistemy" imeni
akademika M.F. Reshetneva" (RU)**

(54) **METHOD OF CONSTRUCTING SPACECRAFT**

(57) Abstract:

FIELD: transport.

SUBSTANCE: invention relates to space engineering, particularly, to configuration of spacecraft. Vessel is made with three vapour discharge openings. Main of them features centre for vessel central axis to cross it parallel with satellite lengthwise axis directed to satellite centre of gravity. Two extra openings feature centres for another vessel parallel axis to cross, parallel with satellite axis directed in its flight direction. Said vessel is arranged at maximum possible distance of the centre

of gravity in direction parallel with said satellite lengthwise axis. Note here that vessel central axis parallel with satellite lengthwise axis is located at minimum departure therefrom. At a time, second central axis of said vessel perpendicular to the former is parallel with satellite axis directed in direction of its flight in orbit. Three vapour discharge openings of said vessel are connected via electric valves with reducer.

EFFECT: decreased weight and power consumption.
3 dwg

RU 2 525 355 C 2

RU 2 525 355 C 2

Изобретение относится к космической технике и может быть использовано при создании геостационарных телекоммуникационных спутников с длительным (10-15 лет) сроком эксплуатации на орбите, на борту которых на панелях, перпендикулярных или параллельных продольной оси спутника, устанавливаются емкости, например,

5 сферической формы, заправленные двухфазными рабочими телами.

Известен способ компоновки таких космических аппаратов (КА) согласно патенту Российской Федерации (РФ) №2329920 [1], по которому для обеспечения оптимальной (минимально возможной) массы рабочего тела (например, ксенона) на борту КА путем гарантированной подачи пара рабочего тела из емкости на вход в редуктор системы

10 ориентации и управления движением (СОУД), в том числе при давлениях ниже критического давления ($\approx 59,45 \text{ кгс/см}^2$) и температурах ниже критической температуры ($\approx 289,7 \text{ К}$), подобную емкость с рабочим телом устанавливают с требуемой постоянной зоной расположения жидкой фазы на поверхности стенки этой емкости и отверстие для отбора пара рабочего тела из емкости выполняют напротив зоны расположения жидкой

15 фазы рабочего тела с центром, через который проходит продольная ось емкости. Для этого указанную емкость КА, продольная ось которого в рабочем состоянии постоянно направлена вдоль текущего радиуса-вектора орбиты, соединяющего центр Земли с центром масс спутника, устанавливают на максимально возможном удалении от центра масс КА по направлению, параллельному указанной продольной оси КА с обеспечением

20 минимально возможного отклонения продольной оси емкости от продольной оси КА (об этом в вышеуказанной части см. фигуру 1 предложенного авторами технического решения, где С - центр Земли; О - центр масс КА; OXYZ - правая прямоугольная орбитальная система координат; r - текущий радиус-вектор орбиты КА; А - геостационарная орбита КА; 1 - модуль полезной нагрузки (рефлектор антенны раскрытом направлен к Земле); 2 - модуль служебных систем, включающий в себя, в частности, СОУД; 3 - емкость СОУД; 3.1 - отверстие (основное) для отвода паров

25 рабочего тела из емкости; 4 - трубопровод отбора паров рабочего тела; 5 - пары рабочего тела; 6 - жидкая фаза рабочего тела; 7 - электрообогреватель; 8 - продольная ось КА; 9.1 - электроклапан (основной); 10 - редуктор; 3.2 - первое дополнительное отверстие для отвода паров рабочего тела из емкости; 3.3 - второе дополнительное отверстие для отвода паров рабочего тела из емкости; 9.2 - первый дополнительный электроклапан; 9.3 - второй дополнительный электроклапан).

30

Анализ данных эксплуатации вышеуказанных телекоммуникационных геостационарных спутников, выполненных согласно [1], с длительным сроком

35 эксплуатации на орбите показал, что, как правило, в течение длительного срока эксплуатации спутника требуется его перемещать (перевод) в новую требуемую рабочую точку стационарной орбиты в восточном или западном направлении, для чего включают соответствующие двигательные блоки СОУД, например, в течение более одного часа, и создают тягу - результирующую силу соответствующей величины: при изменении

40 рабочей точки в восточном направлении (в направлении плюс OX) под воздействием тяги (направление которой поддерживается переменной с некоторым допуском от расчетного направления) жидкая фаза рабочего тела располагается на поверхности емкости в зоне с центром, через который проходит ось емкости OX₁ в отрицательном

45 направлении (см. фиг.2) - при этом в этой зоне будет находиться и отверстие 3.1 для отвода паров рабочего тела из емкости, а при изменении рабочей точки КА в западном направлении (в направлении минус OX) - жидкая фаза рабочего тела будет находиться в зоне с центром, через который проходит ось емкости OX₁ в положительном

направлении (см. фиг.3) - при этом в этой зоне будет находиться и отверстие 3.1 для отвода пара рабочего тела из емкости. Причем из-за тяги с переменным направлением (хотя и малым отклонением направлений) зона жидкой фазы будет колебаться относительно вышеуказанных центров.

5 Таким образом, как видно из вышеуказанного, в процессе перемещения КА в новую рабочую точку в отверстие 3.1 для отвода паров рабочего тела из емкости и далее в редуктор будет поступать только жидкая фаза рабочего тела и, следовательно, затраты рабочего тела существенно возрастут с одновременным ухудшением работы СОУД из-за обеспечения при этом истечения через сопла жидкой фазы или потребуются
10 предусмотреть в СОУД достаточно мощный электрообогреватель, что в действительности также означает увеличение массы КА для парирования увеличенного электропотребления СОУД и из-за увеличенной массы электрообогревателя (существующий электрообогреватель является резервным, предназначен для подогрева паров рабочего тела в случае, если пары имеют температуру ниже допустимой: т.к.
15 требуется только подогреть пары рабочего тела, мощность резервного электрообогревателя на порядок ниже, чем при испарении жидкой фазы рабочего тела с дальнейшим соответствующим его подогревом).

Проведенный анализ показал, что для обеспечения работы КА (со сроком эксплуатации 15 лет) в вышеуказанных режимах потребуются дополнительная
20 эквивалентная масса не менее 4,5 кг.

Таким образом, существенными недостатками известного технического решения являются потребность повышенных массовых и энергетических затрат при выполнении КА предусмотренных функциональных режимов работы его на орбите в течение длительного срока эксплуатации.

25 Целью предлагаемого авторами нового технического решения является устранение вышеуказанных существенных недостатков.

Поставленная цель достигается способом компоновки космического аппарата - стационарного искусственного спутника Земли, одна из осей которого направлена по направлению полета, а перпендикулярная ей продольная ось должна быть постоянно
30 направлена вдоль текущего радиуса-вектора орбиты, соединяющего центр Земли с центром масс спутника, включающим установку на борту на максимально возможном удалении от центра масс по направлению, параллельному указанной продольной оси (оси, проходящей через центр масс емкости), заправленной двухфазным рабочим телом с требуемой зоной расположения жидкой фазы на поверхности стенки емкости для
35 обеспечения отвода паров рабочего тела через отверстие емкости, которое выполняют вне зоны расположения жидкой фазы и к которому вне емкости присоединяют трубопровод отбора пара, снабженный электрообогревателем, к входу редуктора, таким образом, что ось емкости, проходящую через ее центр, параллельную продольной оси спутника, располагают с минимально возможным отклонением от нее, а на
40 поверхности стенки емкости выполняют дополнительно два отверстия с центрами, через которые проходит другая центральная ось емкости, перпендикулярная первой и параллельная оси аппарата, направленной по направлению его полета; при этом к дополнительным отверстиям вне емкости присоединяют трубопроводы отбора пара, соединяемые до входа в область установки электрообогревателя, все три трубопровода
45 снабжают расположенными вблизи отверстий емкости электроклапанами, что и является, по мнению авторов, существенными отличительными признаками предлагаемого изобретения.

В результате анализа, проведенного авторами, известной патентной и научно-

технической литературы предложенное сочетание существенных отличительных признаков заявляемого изобретения в известных источниках информации не обнаружено и, следовательно, известные технические решения не проявляют тех же свойств, что в заявляемом способе компоновки космического аппарата.

5 Компоновку КА согласно предложенному авторами способу осуществляют следующим образом (см. фигуры 1, 2, 3, где С - центр Земли; О - центр масс КА; OXYZ - правая прямоугольная орбитальная система координат; r - текущий радиус-вектор орбиты КА; А - геостационарная орбита КА; 1 - модуль полезной нагрузки (рефлектор антенны раскрытом направлен к Земле); 2 - модуль служебных систем, включающий
10 в себя, в частности, СОУД; 3 - емкость СОУД; 3.1 - отверстие (основное) для отвода паров рабочего тела из емкости; 4 - трубопровод отбора паров рабочего тела; 5 - пары рабочего тела; 6 - жидкая фаза рабочего тела; 7 - электрообогреватель; 8 - продольная ось КА; 9.1 - электроклапан (основной); 10 - редуктор; 3.2 - первое дополнительное отверстие для отвода паров рабочего тела из емкости; 3.3 - второе дополнительное
15 отверстие для отвода паров рабочего тела из емкости; 9.2 - первый дополнительный электроклапан; 9.3 - второй дополнительный электроклапан):

- на основе анализа требований к КА, продольная ось которого в рабочем состоянии постоянно направлена вдоль текущего радиуса-вектора орбиты, всей совокупности комплектующих приборов и устройств определяют возможную область установки на
20 борту КА емкости с рабочим телом (ксеноном) с тремя возможными зонами расположения жидкой фазы его на поверхности ее стенки, которое при давлениях ниже критического и температурах ниже критической температуры является двухфазным рабочим телом, удовлетворяющую следующим требованиям:

- емкость с ксеноном устанавливают на максимально возможном удалении от центра масс КА по направлению, параллельному указанной продольной оси КА;

- при этом центральную ось емкости (проходящую через ее центр), параллельную продольной оси КА, располагают с минимально возможным отклонением от нее, одновременно обеспечивая, чтобы вторая ось емкости, перпендикулярная первой, была параллельна оси аппарата, направленной по направлению полета КА по орбите;

30 - после этого изготавливают емкость для ксенона, при этом на ее поверхности выполняют три отверстия для отвода паров ксенона, расположив их:

- основное отверстие выполняют с центром, через который проходит центральная ось емкости, параллельная продольной оси КА;

35 - два дополнительных отверстия выполняют с центрами, через которые проходит другая центральная ось емкости, параллельная оси КА, направленной по направлению его полета;

- изготавливают другие комплектующие СОУД, в частности три электроклапана, редуктор, трубопроводы отвода пара, электрообогреватель для установки на трубопроводе перед редуктором;

40 - осуществляют монтаж емкости, электроклапанов, редуктора, трубопроводов отбора пара, электрообогревателя и других комплектующих СОУД и осуществляют заправку емкости ксеноном.

В условиях орбитального функционирования КА в заданной рабочей точке орбиты жидкая фаза ксенона будет находиться в зоне емкости напротив основного отверстия
45 для отвода паров ксенона (см. фиг.1): в этом случае электроклапан 9.1 открыт, а дополнительные электроклапаны 9.2 и 9.3 закрыты и на вход редуктора подаются пары ксенона, обеспечив экономичное и стабильное функционирование редуктора и СОУД в целом.

В случае необходимости изменения положения рабочей точки КА после подачи команды об этом с требуемой расчетной задержкой времени закрывают основной электроклапан, затем открывают требуемый (необходимый) дополнительный электроклапан на время работы СОУД по выполнению перевода КА в новую рабочую точку (см. фиг.2 и 3): в процессе этого режима зона расположения жидкой фазы ксенона находится напротив дополнительного отверстия с открытым электроклапаном и на вход редуктора поступают пары ксенона, обеспечивая экономичное и стабильное функционирование редуктора и СОУД в целом. При этом, как показывают проведенные анализы, в результате такого выполнения компоновки КА обеспечивается экономия массы около ≈ 3 кг, имея в виду, что дополнительная масса на два дополнительных электроклапана с дополнительными трубопроводами не превышает 1,5 кг, т.е. тем самым достигаются цели изобретения.

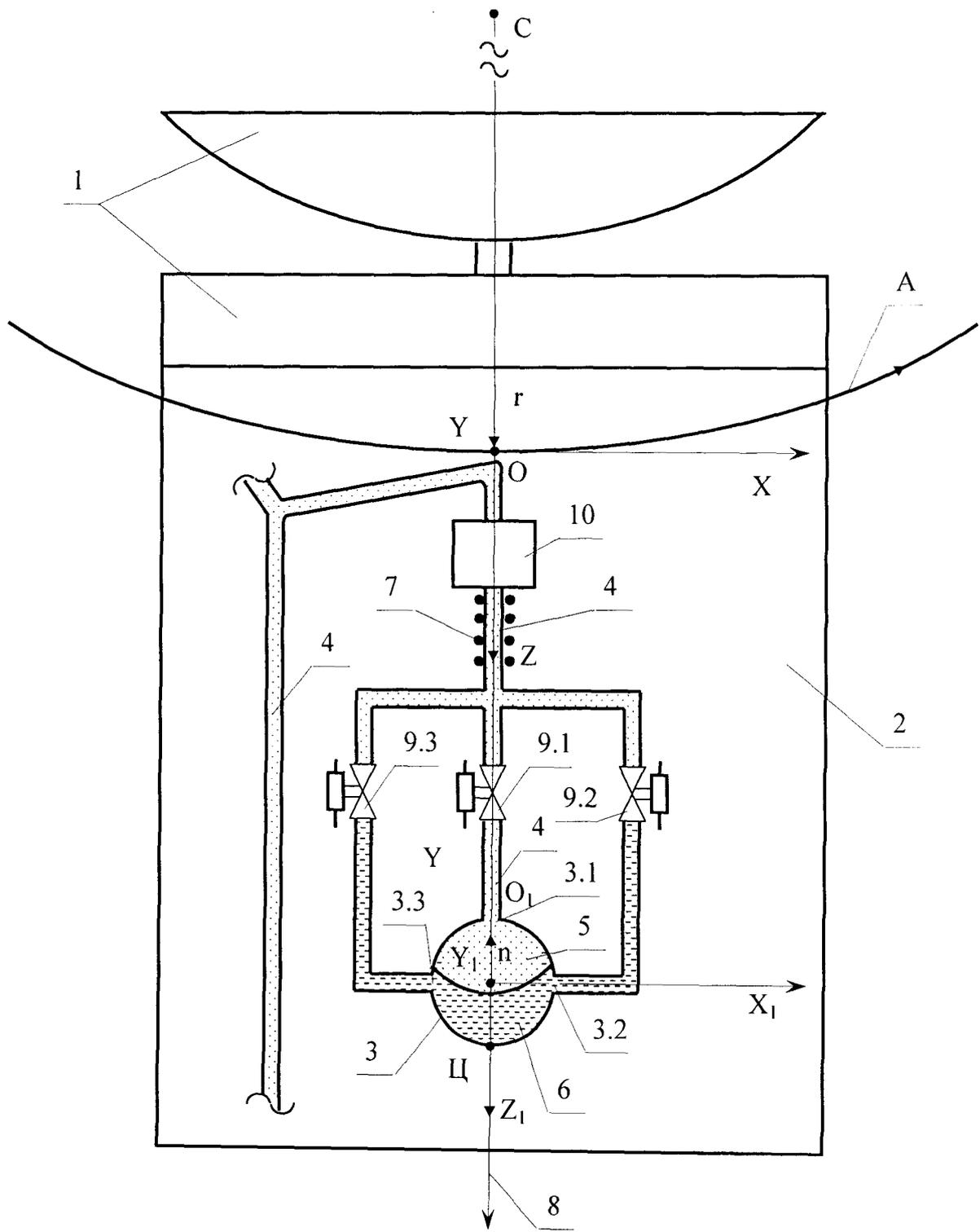
Формула изобретения

Способ компоновки космического аппарата - стационарного искусственного спутника Земли, одна из осей которого направлена по направлению полета, а перпендикулярная ей продольная ось должна быть постоянно направлена вдоль текущего радиуса-вектора орбиты, соединяющего центр Земли с центром масс спутника, включающий установку на борту на максимально возможном удалении от центра масс по направлению, параллельному указанной продольной оси, заправленной двухфазным рабочим телом с требуемой зоной расположения жидкой фазы на поверхности стенки емкости для обеспечения отвода паров рабочего тела через отверстие емкости, которое выполняют вне зоны расположения жидкой фазы и к которому вне емкости присоединяют трубопровод отбора пара, снабженный электрообогревателем, к входу редуктора, отличающийся тем, что ось емкости, проходящую через ее центр, параллельную продольной оси спутника, располагают с минимально возможным отклонением от нее, а на поверхности стенки емкости выполняют дополнительно два отверстия с центрами, через которые проходит другая центральная ось емкости, перпендикулярная первой и параллельная оси аппарата, направленной по направлению его полета; при этом к дополнительным отверстиям вне емкости присоединяют трубопроводы отбора пара, соединяемые до входа в область установки электрообогревателя, все три трубопровода снабжают расположенными вблизи отверстий емкости электроклапанами.

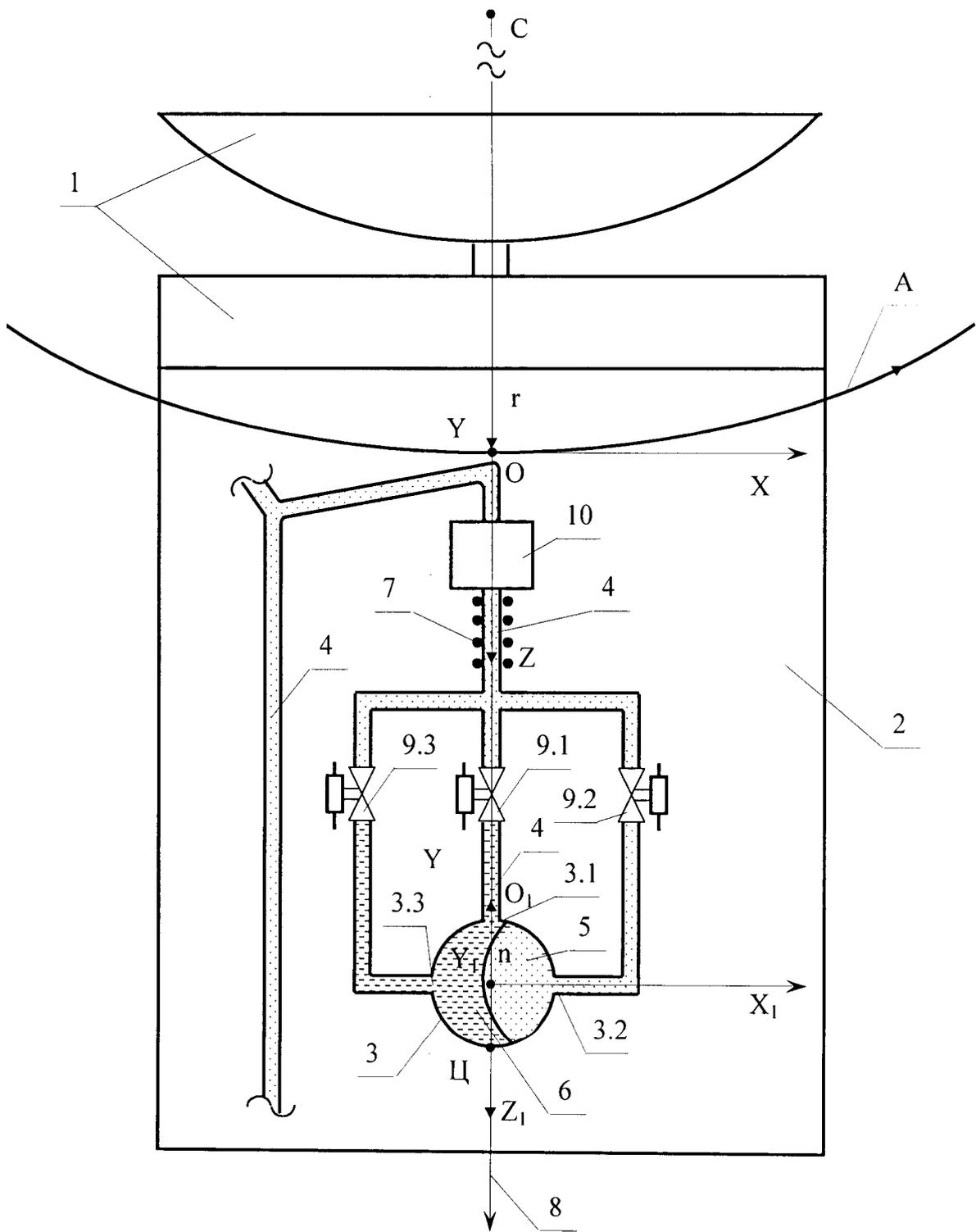
35

40

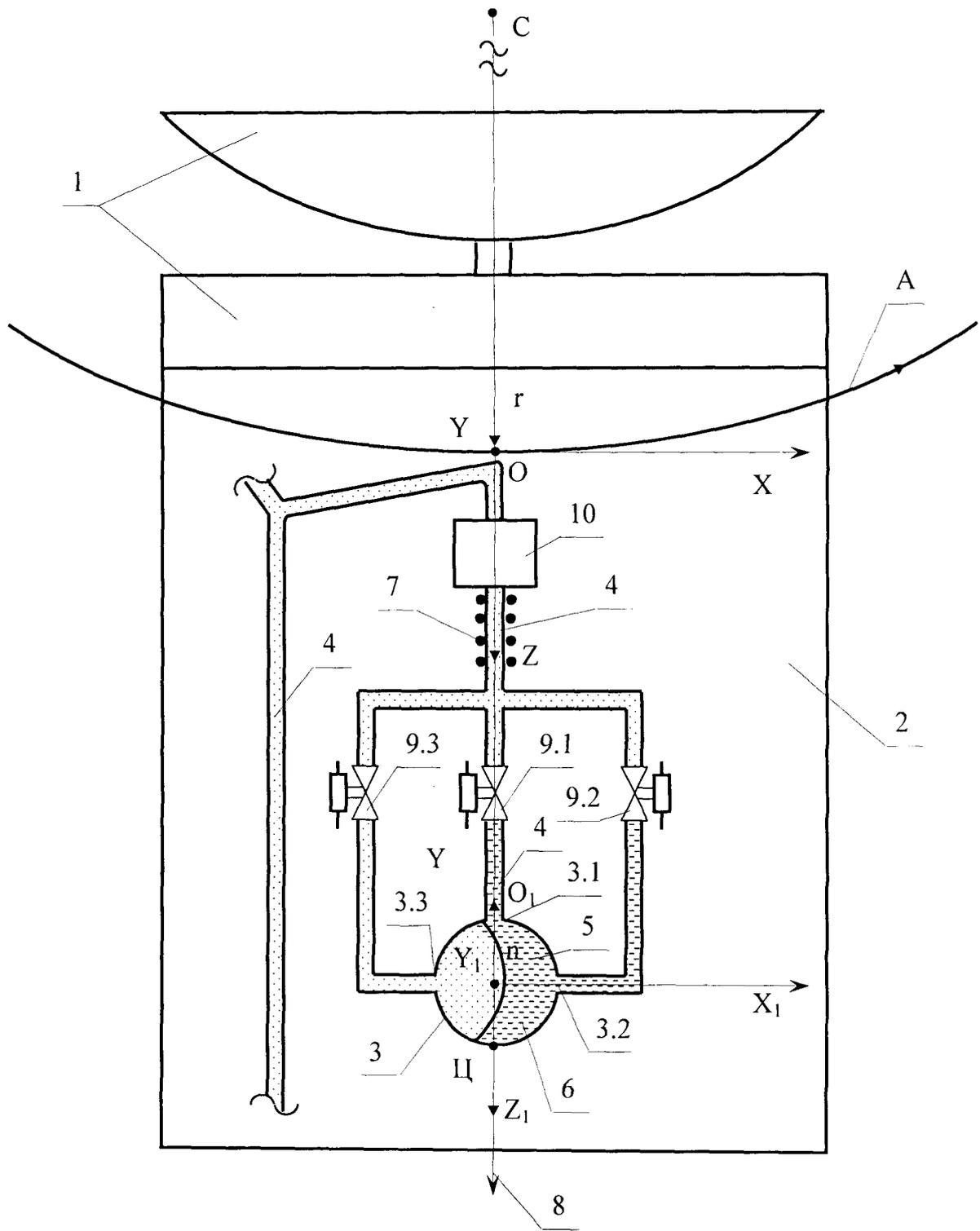
45



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3