



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 219 959** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **A 61 M 5/142**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2000125442/14, 09.10.2000

(24) Дата начала действия патента: 09.10.2000

(43) Дата публикации заявки: 20.10.2002

(46) Дата публикации: 27.12.2003

(56) Ссылки: Дозатор лекарственных веществ ДЛВ-1. Техническое описание 4 МЦЖ, 942515.003ТО. - ОВНИИЭМ, 1987. RU 2020973 С1, 15.10.1994. US 6010623 А, 04.01.2000.

(98) Адрес для переписки:
143500, Московская обл., г. Истра-2, НИИЭМ, отдел 41

(72) Изобретатель: Глухов В.И.,
Сарайкин А.П.

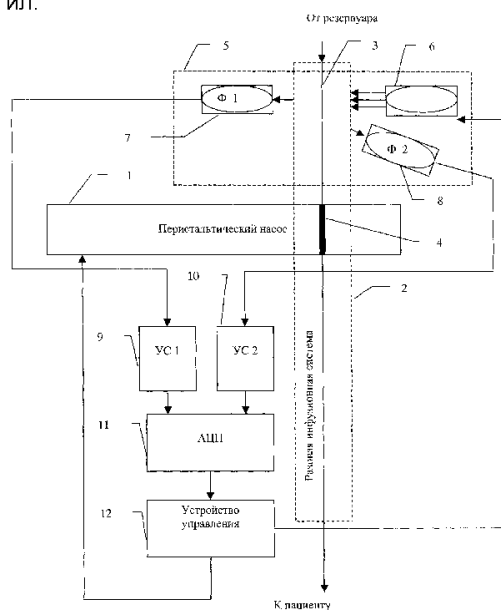
(73) Патентообладатель:
Федеральное государственное унитарное
предприятие научно-исследовательский
институт электромеханики

(54) ИНFUЗИОННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВВЕДЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ПРОЗРАЧНОСТИ

(57)

Изобретение относится к инфузионным автоматическим устройствам для введения жидких лекарств с помощью насоса. Инфузионное устройство представляет собой перистальтический насос, предназначенный для забора жидкости из отдельного резервуара и подачи ее в организм пациента, содержащее стандартную разовую инфузионную систему, сопряженную с рабочей частью перистальтического насоса, и устройство управления. Инфузионное устройство снабжено фотометрическим датчиком воздуха, расположенным на гибкой прозрачной трубке разовой инфузионной системы. Фотометрический датчик выполнен с одним светоизлучателем и двумя фотоприемниками. Гибкая прозрачная трубка является линзой между фотоизлучателем и фотоприемниками. Первый фотоприемник расположен напротив светоизлучателя по другую сторону гибкой прозрачной трубки вдоль прямого луча от светоизлучателя, проходящего через середину поперечного сечения гибкой прозрачной трубки, второй фотоприемник расположен под углом не более 90° к направлению прямого луча от светоизлучателя. Это обеспечивает работу первого фотоприемника на прием проходящего, а второго - на прием отраженного и рассеянного света от жидкости в

прозрачной трубке разовой инфузионной системы. Использование изобретения позволяет расширить диапазон прозрачности вводимых жидкостей и надежно улавливать пузырьки воздуха, попавшего в гидротракт. 4 ил.



ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ИНFUЗИОННОГО УСТРОЙСТВА
ДЛЯ ВВЕДЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ
ПРОЗРАЧНОСТИ
Фиг. 1

RU 2 219 959 C 2

RU 2 219 959 C 2



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 219 959** ⁽¹³⁾ **C2**

(51) Int. Cl.⁷ **A 61 M 5/142**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2000125442/14, 09.10.2000

(24) Effective date for property rights: 09.10.2000

(43) Application published: 20.10.2002

(46) Date of publication: 27.12.2003

(98) Mail address:
143500, Moskovskaja obl., g. Istra-2,
NIIEM, otdel 41

(72) Inventor: **Glukhov V.I.,
Sarajkin A.P.**

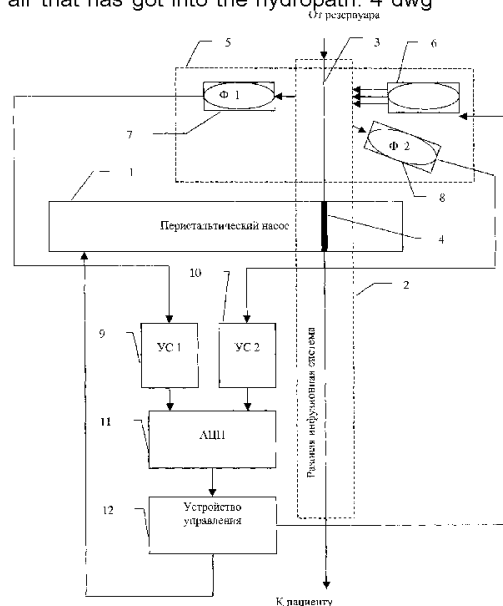
(73) Proprietor:
**Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriyatje nauchno-issledovatel'skij
institut ehlektromekhaniki**

(54) **INFUSION DEVICE FOR INJECTION OF FLUIDS WITHIN A WIDE RANGE OF TRANSPARENCY**

(57) Abstract:

FIELD: automatic infusion devices for injection of fluids by means of a pump. SUBSTANCE: the infusion device represents a peristaltic pump designed for intake of fluid from a separate reservoir and delivery of it to the patient's organism, it has a standard single infusion system linked with the working part of the peristaltic pump, and a control unit. The infusion device is provided with a photometric air sensor located on a flexible transparent tube of the single infusion system. The photometric sensor is made with one light radiator and two photodetectors. The flexible transparent tube serves as a lens between the photoradiator and photodetectors. The first photodetector is positioned opposite the light radiator on the other side of the flexible transparent tube along the straight beam from the light radiator passing the middle of the cross- section of the flexible transparent tube, the second photodetector is positioned at an angle of not more than 90 deg to the direction of the straight beam from the light radiator. This provides for operation of the first photodetector for receiving of the transmitted light, and of the second on-receiving of the reflected and scattered light from the fluid in the

transparent tube of the single infusion system. EFFECT: expanded range of transparency of injected fluids, enhanced reliability of catching of the hydrophath. 4 dwg



ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ИНФУЗИОННОГО УСТРОЙСТВА
ДЛЯ ВВЕДЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ
ПРОЗРАЧНОСТИ
Фиг.1

RU 2 219 959 C2

RU 2 219 959 C2

Известны инфузионные устройства для введения жидких лекарств с помощью насосов различных видов: перистальтических (роликовых, пальчиковых и т.п.), шприцевых или других. Эти инфузионные устройства снабжены дополнительными устройствами, обеспечивающими контроль и надежность эксплуатации, а именно датчиком капель, датчиком пузырьков воздуха, датчиком окклюзии и др.

Известно инфузионное устройство, содержащее насос и трубки из эластичного материала, по которым в организм пациента перекачивается жидкость, а также систему датчиков для обнаружения воздушных пузырьков в трубке инфузионной системы (пат. США 5123275, НКИ 73/19.03). Система датчиков состоит из двух ультразвуковых (УЗ) преобразователей в корпусах, располагаемых один над другим. Верхний корпус содержит передающий УЗ-преобразователь, а нижний - приемный УЗ-преобразователь. Трубка из эластичного материала, через которую подается жидкость, проходит между корпусами. Для фиксации трубки в нижнем корпусе сделан U-образный паз, а верхний корпус прижимается к трубке пружиной, за счет чего трубка деформируется и уплощается сверху. В результате форма трубки между верхним и нижним корпусом приближается к прямоугольной. При попадании воздушного пузырька в зону между корпусами резко изменяется сжимаемость этого сегмента, что приводит к изменению расстояния между верхним и нижним корпусом и соответственно между передающим и приемным УЗП. Это изменение регистрируется электронной схемой.

Известно инфузионное устройство (пат. США 4981467, НКИ 604-65), содержащее инфузионный насос, предназначенный для отбора жидкости из отдельного источника и ввода ее через соединительный шланг в организм пациента, ультразвуковой датчик для обнаружения воздуха в движущемся по шлангу потоке жидкости и подключенный к датчику вторичный преобразователь, который идентифицирует пузырьки недопустимых размеров. Принцип действия преобразователя основан на определении расстояния, которое проходит пузырек во время его обнаружения и которое является критерием для распознавания пузырьков, имеющих размер, превышающий допустимый предел.

Недостатком использования инфузионных насосов с ультразвуковыми датчиками пузырьков воздуха являются высокие требования по точности изготовления (для технологической повторяемости) и значительная цена ультразвуковых датчиков. Кроме того, они не позволяют работать при некоторой удаленности от гидротракта, т.к. требуются большие мощности излучения при увеличении расстояния между передающей и приемной частями, а это вызывает увеличение помех, создаваемых УЗ-устройством, и может вызвать травмирование компонентов лекарств на молекулярном уровне. Такие датчики не различают прозрачность жидкостей.

Известно инфузионное устройство (заявка ЕПВ 0405148), которое содержит насос, присоединяемую к выходу насоса трубку и

установленный в области трубки прибор с датчиком потока для определения мест закупорки трубки. Датчик является тепловым и содержит соприкасающийся с текущей отводящей тепло жидкостью нагревательный элемент. Имеется схема, которая на текущей жидкости или при наличии теплоизоляционных пузырьков воздуха в окружности нагревательного элемента генерирует выходной сигнал, который приводит в действие устройство тревожной сигнализации.

Тепловые датчики обладают большой инерционностью, т.е. при больших инфузионных скоростях не пригодны. Кроме того, имеют ограниченное температурное использование и также, как и предыдущие, не различают прозрачность жидкостей.

Известно инфузионное устройство ДЛВ-1 (Разработка НИИЭМ, г. Истра: ИМЦЖ 942515.003), которое содержит перистальтический насос и стандартную разовую инфузионную систему с врезанной рабочей трубкой из эластичного материала, сопрягающейся с перистальтическим насосом, предназначенные для перекачивания лекарственных жидкостей в организм пациента. Это устройство содержит датчик пузырьков воздуха, основанный на фотоэффекте и работающий в инфракрасном диапазоне, т.е. в конкретном месте до места врезания рабочей трубки из эластичного материала, с одной стороны прозрачной трубки разовой инфузионной системы находится светодиод, а с другой - фотодиод. Если в протекающей жидкости нет пузырьков воздуха, через фотодиод протекает режимный ток, который не вызывает срабатывания порогового устройства и далее - тревожной сигнализации. При попадании в гидротракт пузырьков воздуха за счет изменения коэффициента преломления меняется фототок, протекающий через фотодиод, срабатывает пороговая схема и вырабатывается сигнал на устройство тревожной сигнализации. Этот датчик хорошо работает в определенном диапазоне прозрачности жидкости, прост в изготовлении и дешев. Однако если перекачивается жидкость менее прозрачная (например, кровь), фактически фотодатчик не отслеживает попавший в гидротракт пузырек воздуха. Это снижает надежность устройства и является существенным недостатком при использовании вводимых жидкостей широкого диапазона прозрачности.

Целью изобретения является расширение функциональных возможностей, выраженное в обеспечении безопасной работы инфузионного устройства (на предмет попадания воздуха в организм пациента) с вводимыми жидкостями широкого диапазона прозрачности при сохранении простоты исполнения.

Сущность изобретения заключается в следующем.

Предлагаемое инфузионное устройство представляет собой перистальтический насос, предназначенный для забора жидкости из отдельного резервуара и подачи ее в организм пациента, содержащее стандартную разовую инфузионную систему, сопряженную с рабочей частью перистальтического насоса и устройство управления, снабженное фотометрическим датчиком воздуха,

расположенным на гибкой прозрачной трубке разовой инфузионной системы. Для надежного выявления пузырьков воздуха, попавших в гидротракт с жидкостью различной прозрачности, фотометрический датчик выполнен с одним светоизлучателем и двумя фотоприемниками. Причем гибкая прозрачная трубка разовой инфузионной системы фактически является линзой между фотоизлучателем и фотоприемниками. Первый фотоприемник расположен на одной оптической оси, проходящей через середину сечения прозрачной трубки разовой системы, со светоизлучателем, но по разным сторонам этой трубки, а второй - под углом, меньшим 90° , к этой оптической оси. Это обеспечивает работу первого фотоприемника на прием проходящего, а второго - на прием отраженного и рассеянного света от жидкости в прозрачной трубке разовой инфузионной системы. С увеличением прозрачности ток фотоприемника, который работает на прием отраженного и рассеянного излучения, вначале пропорционально увеличивается, достигает какого-то максимального значения и затем снижается приблизительно по экспоненциальному закону. Ток фотоприемника, который работает на прием проходящего излучения, вначале незначительно растет и при дальнейшем увеличении прозрачности возрастает приблизительно по гиперболическому закону. Поэтому во всем реальном диапазоне прозрачности ток или первого, или второго фотоприемника находится выше своих пороговых значений. Эти зависимости выведены экспериментальным путем, о чем свидетельствует протокол испытаний, включенный в материалы заявки.

Фототоки в первом и втором фотоприемниках усиливаются и поступают на аналого-цифровой преобразователь, выход которого соединен с входом устройства управления. При попадании в трубку с перекачиваемой жидкостью пузырька воздуха происходит изменение пропущенного или отраженного и рассеянного количества света от светоизлучателя, а значит и изменение фототоков на обоих фотоприемниках. Аналого-цифровой преобразователь реагирует на это изменение и выдает сигнал на устройство управления, которое, в свою очередь, выработывает сигнал на остановку перистальтического насоса.

Использование описанных выше двух фотоприемников позволяет расширить диапазон прозрачности вводимых жидкостей, так как при непрозрачных жидкостях работает в основном второй фотоприемник, а при более прозрачных - первый. В любом случае схема улавливает пузырьки воздуха, попавшего в гидротракт, тем самым повышая надежность устройства в целом.

Перечень графических фигур и иных материалов.

1) Функциональная схема инфузионного устройства для работы в широком диапазоне прозрачности вводимых жидкостей (фиг.1).

Условные обозначения:

- 1 - перистальтический насос;
- 2 - разовая инфузионная система;
- 3 - прозрачная трубка разовой системы;
- 4 - эластичная трубчатая вставка;
- 5 - фотометрический датчик;
- 6 - светоизлучатель (СИ);

7 - первый фотоприемник (ФП 1);

8 - второй фотоприемник (ФП 2);

9 - первый усилитель (УС 1);

10 - второй усилитель (УС 2)

11 - аналого-цифровой преобразователь (АЦП);

12 - устройство управления.

2) Протокол испытания фотометрического датчика воздуха инфузионного устройства для работы в широком диапазоне прозрачности жидкостей.

Протокол включает в себя описание условий испытаний, структурную схему испытания фотометрического датчика воздуха инфузионного устройства для введения жидкостей в широком диапазоне прозрачности (фиг.2), результаты испытаний в виде графика (фиг.3) зависимости токов первого и второго фотоприемников от прозрачности жидкости в прозрачной трубке. Первый фотоприемник работал на просвет и располагался напротив светоизлучателя по другую сторону прозрачной трубки, а второй работал на прием отраженного и рассеянного излучения и для него построены три кривые: для угла, заключенного между оптическими осями: светоизлучатель - первый фотоприемник и светоизлучатель - второй фотоприемник, равного 90° , 45° и $< 5^\circ$. Взаимное расположение элементов фотометрического датчика показано на фиг.4.

Заявленное устройство состоит из перистальтического насоса 1 и разовой инфузионной системы 2, содержащей гибкую прозрачную трубку 3 с мягкой эластичной трубчатой вставкой 4, вставляемой в рабочую часть перистальтического насоса 1 для управляемого пережатия ее с целью перекачки вводимой жидкости из резервуара с жидким лекарственным веществом в организм пациента. Устройство снабжено фотометрическим датчиком воздуха 5, расположенным на гибкой прозрачной трубке 3 разовой инфузионной системы 2. Для надежного выявления пузырьков воздуха, попавших в гидротракт с жидкостью различной прозрачности, фотометрический датчик 5 выполнен с одним светоизлучателем 6 и двумя фотоприемниками: первым фотоприемником 7 и вторым фотоприемником 8. Первый фотоприемник 7 расположен напротив светоизлучателя 6 вдоль оптической оси, проходящей через середину поперечного сечения и по другую сторону гибкой прозрачной трубки 3. Второй фотоприемник 8 расположен под углом к этой оптической оси. Причем угол, заключенный между оптической осью: светоизлучатель 6 - первый фотоприемник 7 и оптической осью: светоизлучатель 6 - второй фотоприемник 8, не более 90° .

Это объясняется тем, что первый фотоприемник 7 работает на прием проходящего света, а второй - 8 - на прием отраженного и рассеянного света от стенок и жидкости в прозрачной трубке 3 разовой инфузионной системы 2. Устройство также содержит два усилителя. Первый усилитель 9 соединен с выходом первого фотоприемника 7, а второй усилитель 10 - с выходом второго фотоприемника 8. Выходы обоих усилителей соединены с входами аналого-цифрового преобразователя 11, который преобразует аналоговые сигналы в цифровую форму для удобства их обработки в устройстве

управления 12, вход которого соединен с выходом аналого-цифрового преобразователя 11, а выход - с перистальтическим насосом 1 и со светоизлучателем 6.

Устройство работает следующим образом.

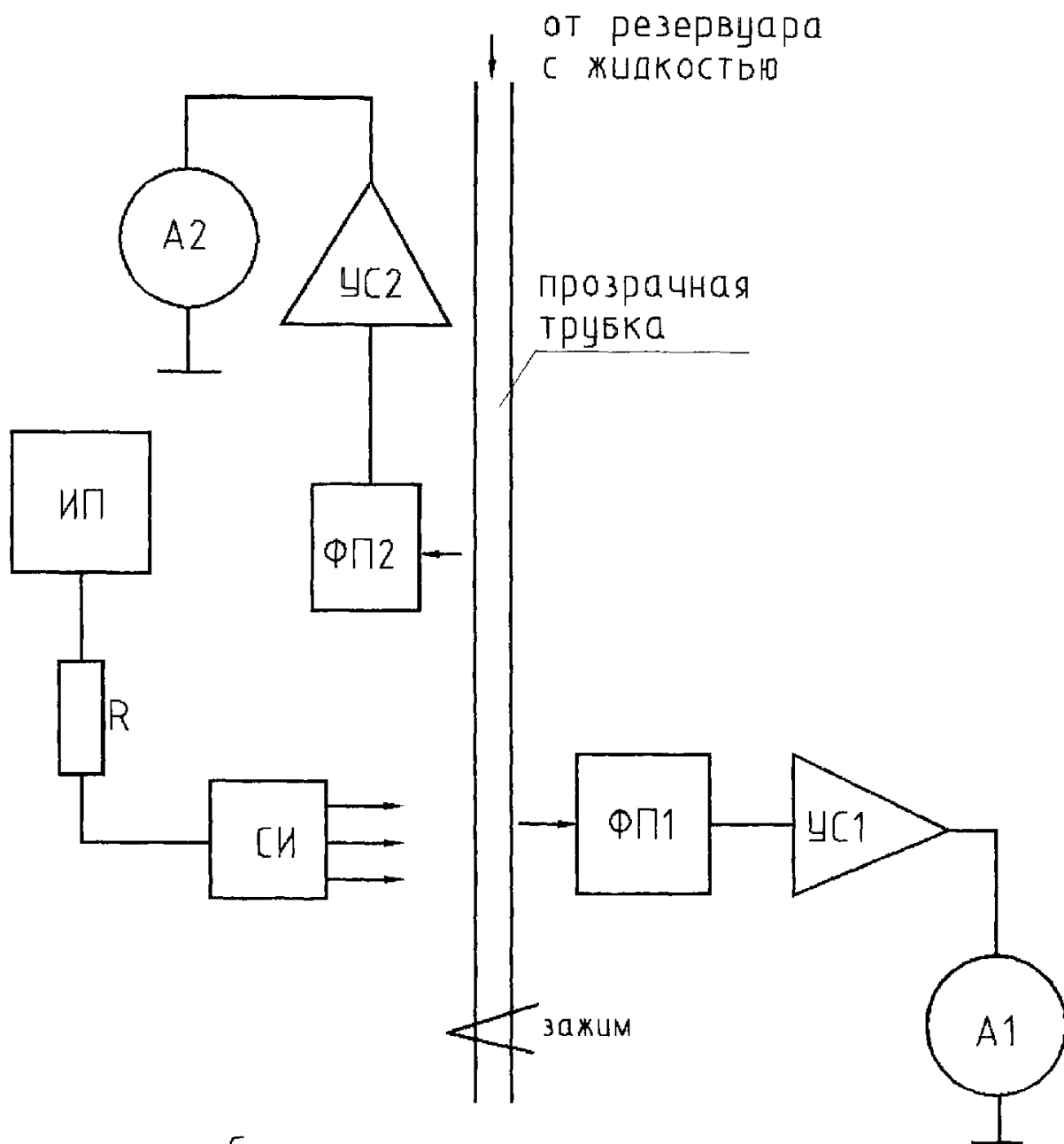
В исходном состоянии разовая инфузионная система 2 и гибкая прозрачная трубка 3 заполнены жидкостью, которая перекачивается с помощью перистальтического насоса 1 из резервуара к пациенту, при этом светоизлучатель 6 излучает в направлении гибкой прозрачной трубки 3 световой поток, который улавливается фотоприемниками 7 и 8. Фотоприемник 7 расположен на одной оптической оси со светоизлучателем 6 и воспринимает световой поток, распространяющийся преимущественно вдоль оптической оси, от светоизлучателя 6. При этом величина фототока, протекающего через фотоприемник 7, имеет прямую зависимость от прозрачности жидкости, заполняющей гибкую прозрачную трубку 3. Фотоприемник 8 расположен под углом к оптической оси светоизлучателя 6 и воспринимает световой поток, обусловленный отражающими и рассеивающими свойствами гибкой прозрачной трубки 3 и заполняющей ее жидкости. Поэтому возникающий в фотоприемнике 8 фототок имеет обратную зависимость от прозрачности заполняющей жидкости.

При попадании внутрь гибкой прозрачной трубки 3 воздуха сигнал фотоприемника 7 снижается до уровня "воздух 1", а сигнал фотоприемника 8 - до уровня "воздух 2", при этом сохраняется значительный перепад сигнала (чувствительность) от фотоприемника 7 в области наиболее прозрачных жидкостей, а от фотоприемника 8 - в области наименее прозрачных жидкостей. Сигналы с выходов обоих фотоприемников усиливаются усилителями 9 и 10 и преобразуются в

цифровую форму аналого-цифровым преобразователем 11. Обработанные сигналы поступают на вход устройства управления 12, которое производит их математическую обработку и формирует сигнал управления перистальтическим насосом 1. Так как области эффективной работы фотоприемников 7 и 8 перекрывают друг друга, в итоге общая чувствительность фотометрического датчика 5 по обнаружению воздуха сохраняется равномерной в широком диапазоне прозрачности жидкостей, заполняющих гибкую прозрачную трубку 3.

Формула изобретения:

Инфузионное устройство для введения жидкостей, включающее перистальтический насос, разовую инфузионную систему, содержащую гибкую прозрачную трубку, часть которой размещена в рабочей части перистальтического насоса, фотометрический датчик воздуха, расположенный вокруг прозрачной трубки и состоящий из свето- и фотодиодов, и устройство управления, соединенное с перистальтическим насосом, отличающееся тем, что фотометрический датчик воздуха состоит из одного светоизлучателя и двух фотоприемников (первого и второго), дополнительно введены первый и второй усилители и аналого-цифровой преобразователь, причем первый фотоприемник расположен напротив светоизлучателя по другую сторону гибкой прозрачной трубки вдоль прямого луча от светоизлучателя, проходящего через середину поперечного сечения гибкой прозрачной трубки, второй фотоприемник расположен под углом не более 90° к направлению прямого луча от светоизлучателя, выходы первого и второго фотоприемников соединены соответственно с первым и вторым усилителями, выходы которых связаны с входами аналогово-цифрового преобразователя, который соединен с устройством управления.



Структурная схема испытания фотометрического датчика воздуха
Фиг.2

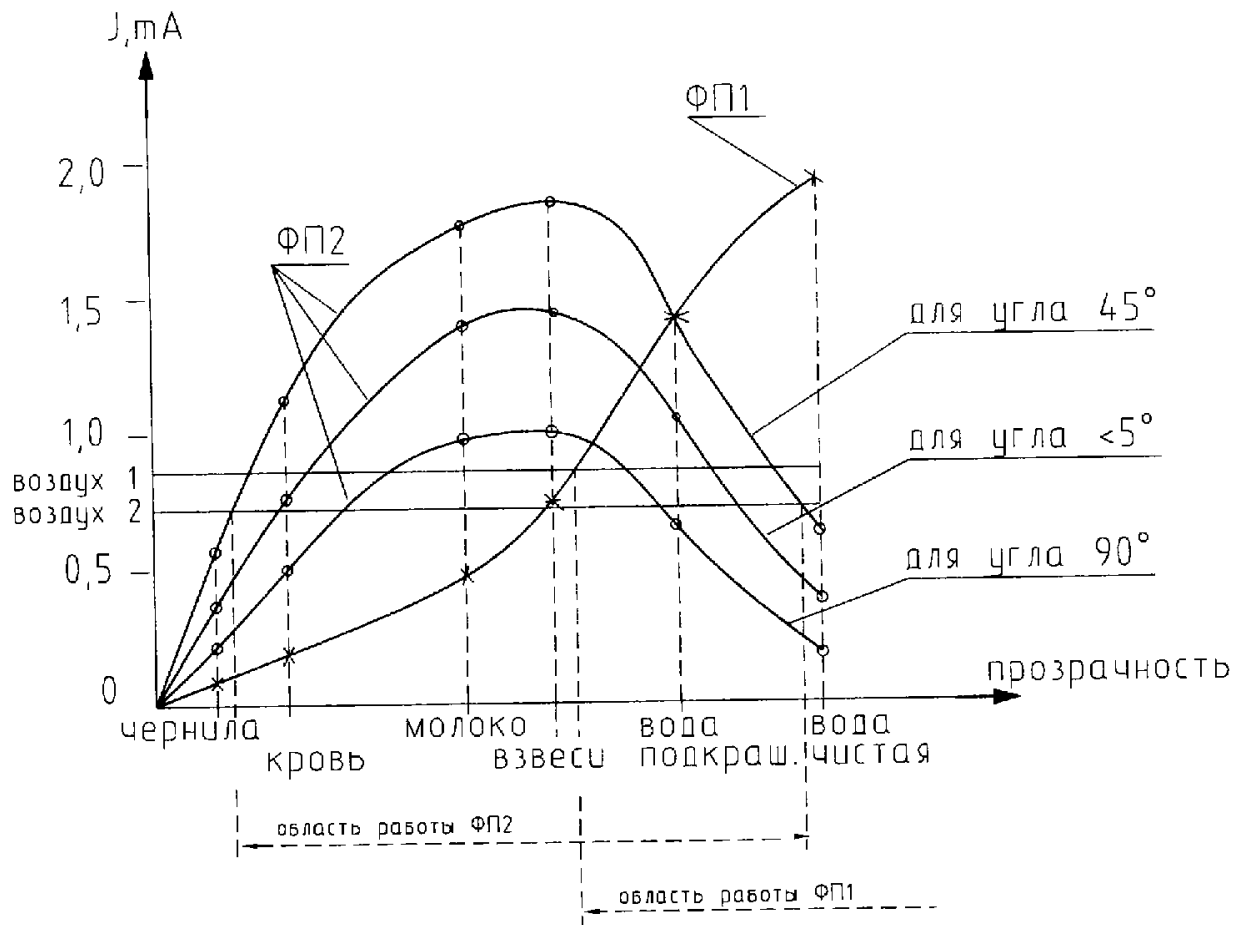
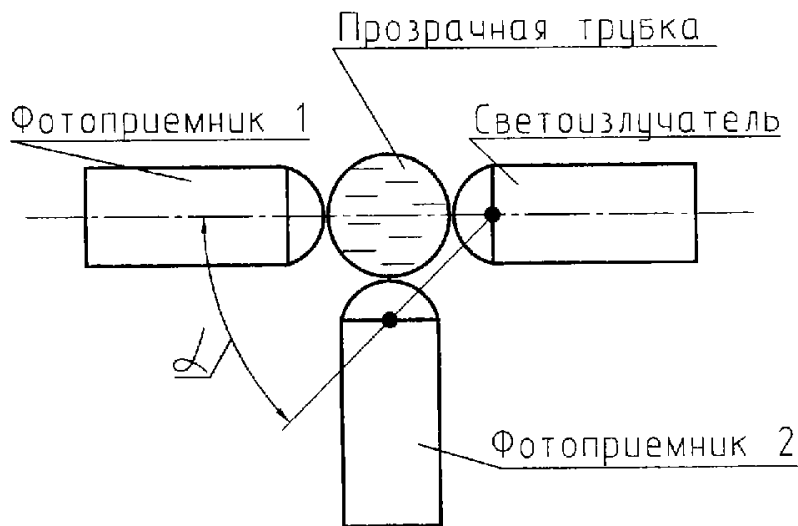


График зависимости тока ФП1 и ФП2 от прозрачности жидкости в прозрачной трубке.

Фиг.3



Взаимное расположение элементов фотометрического датчика.

Фиг.4