

РАЗРАБОТКА КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ МЕХАНИЗМА ПОДАЧИ ВОЗДУХА
С АСИММЕТРИЧНЫМ ЦИКЛОМ

Описана конструкция и фазовые характеристики механизма для подачи воздуха в условиях асимметричного цикла. Конструкция может быть использована в аппаратах искусственной вентиляции легких в медицинской практике при лечении больных, страдающих легочной недостаточностью или нарушением функции дыхания. Механизм содержит регулируемую посредством передачи винт-гайка рычажную пару и регулятор соотношения времени вдоха и выдоха, узел дыхательного меха, электропривод, при этом регулятор соотношения времени вдоха и выдоха выполнен в виде сменного плоского вращающегося кулачка с несимметричным профилем, установленным на валу электропривода, а электропривод выполнен с возможностью реверса. Аппарат искусственной вентиляции легких позволяет обеспечить асимметрию режима «вдох-выдох», упростить конструкцию всего аппарата, сократить время настройки аппарата при сохранении всех технических требований, предъявляемых к таким аппаратам.

Вентиляция легких, кулачковый механизм, электропривод, дыхательный мех.

В настоящее время в условиях нарастания климатических катаклизмов, пожаров, землетрясений крайне необходим мобильный, малогабаритный, легко-транспортируемый аппарат искусственной вентиляции легких, имеющих автономное энергоснабжение.

Жизненно важное значение имеет врачебная практика лечения больных, страдающих легочной недостаточностью или нарушением функции дыхания, а также в условиях чрезвычайных обстоятельств.

Аппараты искусственной вентиляции легких обычно содержат последовательно соединенные источник сжатого воздуха, редуктор понижения давления и блок управления, включающий последовательно соединенные редуктор, инжектор и дроссель регулировки минутной вентиляции [1]. Из-за необходимости периодически восполнять запасы сжатого воздуха по мере его расходования требуется дополнительное оборудование в виде компрессора и других устройств. В других аппаратах [2] содержится регулируемая посредством передачи винт-гайка рычажная пара и регулятор соотношения времени вдоха и выдоха, узел дыхательного меха, электропривод. Сложность конструкции и настройки его обусловлена тем, что регулятор соотношения времени вдоха и выдоха выполнен в

виде кривошипно-ползунного механизма с установленным на ползуне сменным профилированным плоским шаблоном, кинематически связанным с толкателем и рычажной парой [3]. Вследствие того, что ползун движется с переменной скоростью по синусоидальному закону, требуются методы специального анализа для построения профиля шаблона для различных клинических случаев и режимов вентиляции легких. Недостатком является также и то, что при любой форме профиля шаблона режим вдоха и выдоха всегда будет симметричным, то есть равным по продолжительности во времени, что для некоторых конкретных больных может быть неприемлемым.

В данной статье предлагается конструкция аппарата, с помощью которого устраняются описанные недостатки, а именно: обеспечивается асимметрия режимов «вдоха-выдоха», упрощение конструкции всего аппарата, сокращение времени настройки.

Регулятор соотношения времени вдоха и выдоха предложено выполнить в виде сменного плоского вращающегося кулачка с несимметричным профилем, установленным на валу электропривода, при этом электропривод должен быть обеспечен функцией реверса, как показано на кинематической схеме (рис. 1).

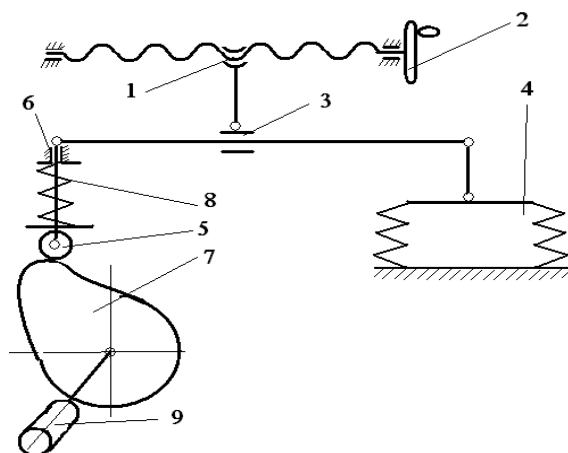


Рис. 1. Кинематическая схема аппарата

Аппарат искусственной вентиляции легких может работать на постоянном токе напряжением 12 В. Он содержит регулируемое посредством передачи (1) винт-гайку с ручным маховиком (2). К гайке присоединена скользящая пара с возможностью осевого и углового перемещения рычага (3), один конец которого соединен с дыхательными мехами (4), а другой – с регулятором соотношения времени вдоха и выдоха через толкатель (8), установленным с возможностью осевого перемещения в опоре (6) и состоящим с плоским кулачком (7) в кинематической связи, обеспечиваемой пружиной через ролик (5). Кулачок (7) закреплен на оси электропривода (9), в качестве которого может быть использован, например, мотор-редуктор.

Аппарат искусственной вентиляции легких работает следующим образом: при включении электропривода (9) кулачок (7) вращается, поднимая толкатель с роликом (5), который, в свою очередь, через рычаг (3) заставляет сжиматься дыхательные меха (4). Глубину режима вдоха и выдоха регулируют маховиком (2) через перемещение опоры рычага (3) с помощью винтовой пары (1). Соотношение времени t_1 и времени t_2 , которые соответствуют времени вдоха и выдоха, обеспечивается профилем кулачка. При необходимости изменить время соотношения на противоположное, то есть вдох t_2 , а выдох t_1 , электропривод меняет направление вращения на противоположное. Количество циклов «вдох-выдох» в единицу времени изменяется с помощью регулируемого электропривода за счет скорости вращения. Изменяя форму профиля

кулачка путем перестановки другого кулачка, обеспечивают необходимое время вдоха и выдоха и оптимальный закон истечения дыхательной смеси. Это позволяет упростить конструкцию аппарата, ускорить настройку аппарата и обеспечить асимметрию режима «вдох-выдох».

Частота дыхания аппаратами для искусственной вентиляции легких обеспечивается в пределах 1–100 1/мин. Это значение задает частоту вращения вала электропривода в пределах 1–100 об/мин, что обеспечивается мотор-редуктором с регулируемой скоростью вращения, задаваемой посредством, например, вариатора или частотного преобразователя. Время вдоха должно лежать в пределах $t_1 = 0.2–8.0$ с, а время выдоха – $t_2 > 0.2$ с, как правило, оно больше времени выдоха. Профилированный кулачок с асимметричным профилем может обеспечивать ускорение толкателя до 100 и более процентов, как это видно на рис. 2, таким образом, аппарат искусственной вентиляции легких может обеспечивать требуемое ускорение потока. Кроме того, профилированный кулачок обеспечивает время плато до 2 с, что соответствует техническим требованиям, предъявляемым к аппаратам искусственной вентиляции легких. Это показано на примере конструкции кулачкового механизма (рис. 3). При необходимости сменить время вдоха и выдоха на обратные значения достаточно сменить направление вращения электропривода на обратное, то есть осуществить реверс благодаря тому, что работа осуществляется на постоянном токе напряжением 12 В.

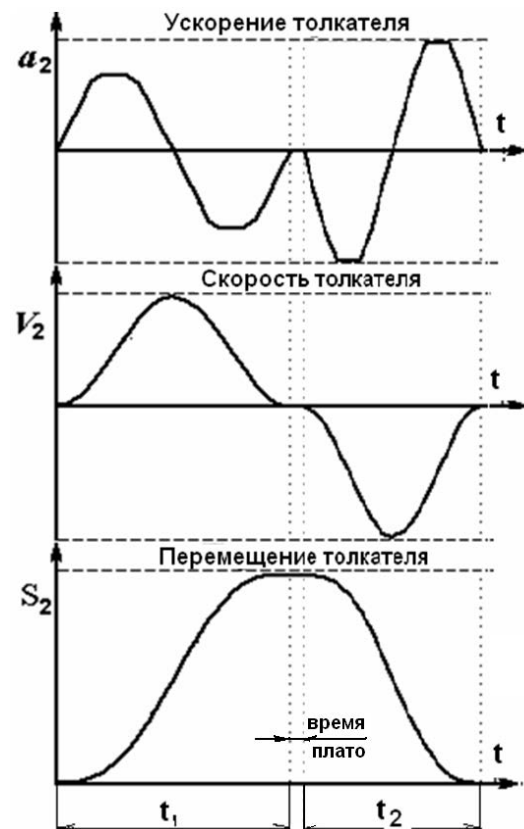


Рис. 2. Фазы работы кулачка аппарата искусственной вентиляции легких

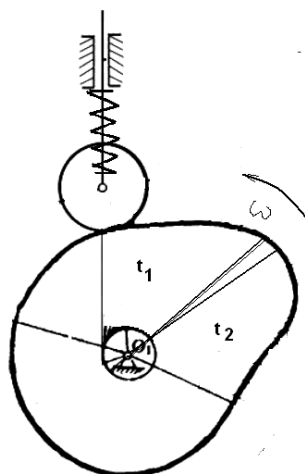


Рис. 3. Конструкция и асимметричные фазовые характеристики кулачкового механизма

Аппарат искусственной вентиляции легких позволяет обеспечить асимметрию режима «вдох-выдох», упростить конструкцию всего аппарата, сократить время настройки аппарата при сохранении всех технических требований, предъявляемых к таким аппаратам.

Литература

1. Пат. 2147427 РФ, МПК А61Н 31/02. Аппарат искусственной вентиляции легких / П. С. Кантор, В. Г. Елисеев, Г. П. Зарайский, В. И. Загора, Ю. Л. Арзуманов, Н. А. Володин, Л. Н. Кормилицын, Р. А. Петров; заявитель и патентообладатель Конструктор. бюро общего машиностр., ООО «БИОАРТ». – № 98115111/14; заявл. 04.08.1998; опубл. 20.04.2000. – 2000. – Бюл. № 11.
2. А. с. № 835443 СССР, МПК А61Н 31/02. Аппарат искусственной вентиляции легких / В. А. Глазков, Г. Н. Миганаджиев, В. Т. Назаренко, Л. И. Симановский; заявитель Волог. политехн. ин-т. – № 2787410/28-13; заявл. 22.05.1979; опубл. 07.06.1981. – 1981. – Бюл. № 21.
3. Глазков, В. А. Портативный аппарат искусственной вентиляции легких / В. А. Глазков // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования: материалы пятой междунар. науч.-техн. конф., 23–25 нояб. 2009 г.: в 2 т. Т. 1 / [отв. ред. Ю. Р. Осипов]; ВоГТУ. – Вологда, 2009. – С. 99–100.

V.A. Glazkov, S.M. Shchekin

DEVELOPMENT OF THE KINEMATIC SCHEME OF THE AIR SUPPLY MECHANISM WITH AN ASYMMETRIC CYCLE

The design and phase characteristics of the mechanism for supplying air in an asymmetric cycle are described. The design can be used in artificial lung ventilation apparatuses in medical practice in the treatment of patients suffering from pulmonary insufficiency or respiratory failure. The mechanism comprises a lever pair adjustable by means of screw-nut transmission and an inspiratory-exhalation time ratio controller, a breathing bag unit, an electric drive. The inspiratory-expiration ratio controller is in the form of a replaceable flat rotating cam with an asymmetrical profile mounted on the drive shaft. The electric drive is reversible. The artificial lungs ventilation apparatus allows to provide an asymmetry of a mode "inhalation-exhalation", to simplify a design of all apparatus, to reduce time of adjustment of the apparatus preserving all technical requirements imposed on such devices.

Lung ventilation, cam mechanism, electric drive, a breathing bag unit.