

## КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ РОТОРНО-ЛОПАСТНЫХ МАШИН

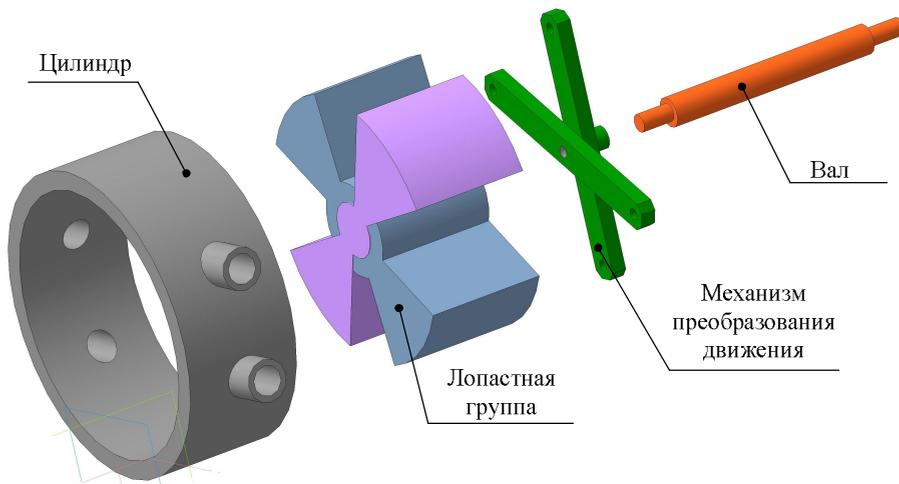
*Рассмотрены схемы конструкций и принципы работы известных видов роторно-лопастных машин: тепловые двигатели (внутреннего сгорания, с внешним подводом теплоты, паровые), насосы (гидравлические, пневматические), моторы (гидравлические, пневматические). Приведены результаты патентного поиска по каждому классу роторно-лопастных машин.*

**Ключевые слова:** роторно-лопастная машина, лопасть, ротор, насос, двигатель.

В последнее десятилетие с новой силой возрос интерес к роторно-лопастным машинам. Такое повышенное внимание обусловлено, прежде всего, поиском новых перспективных машин в условиях обостряющихся нефтегазовых кризисов и экологических проблем в автомобилестроении. Особенно ярко на этом фоне выделяется проект создания в России «ё-мобиля» с гибридным роторно-лопастным двигателем [1].

Схема любой роторно-лопастной машины включает в себя (рис. 1):

- 1) неподвижный цилиндр с впускными и выпускными окнами;
- 2) лопастная группа, совершающая вращательно-колебательное движение относительно корпуса;
- 3) механизм преобразования движения лопастей по заданному закону;
- 4) выходной (входной) вал.



**Рис. 1.** Схема роторно-лопастной машины

Идея роторно-лопастной машины уходит корнями к началу XX века, когда была предложена схема роторно-лопастного двигателя. Однако сразу же возникла главная проблема данного класса машин — поиск эффективного механизма преобразования движения, позволяющего лопастям перемещаться по заданному закону. Именно по этой причине нерешённости данной проблемы предлагаемые до настоящего времени конструкции роторно-лопастных машин не находят широкого применения. Тем не менее, можно говорить о конкретных направлениях машиностроения, в которых имеются определённые достижения в использовании роторно-лопастных конструкций [2].

В настоящее время существуют следующие виды роторно-лопастных машин (рис. 2):

- 1) тепловые двигатели: внутреннего сгорания; с внешним подводом теплоты; паровые;
- 2) насосы: гидравлические; пневматические;
- 3) моторы: гидравлические; пневматические.



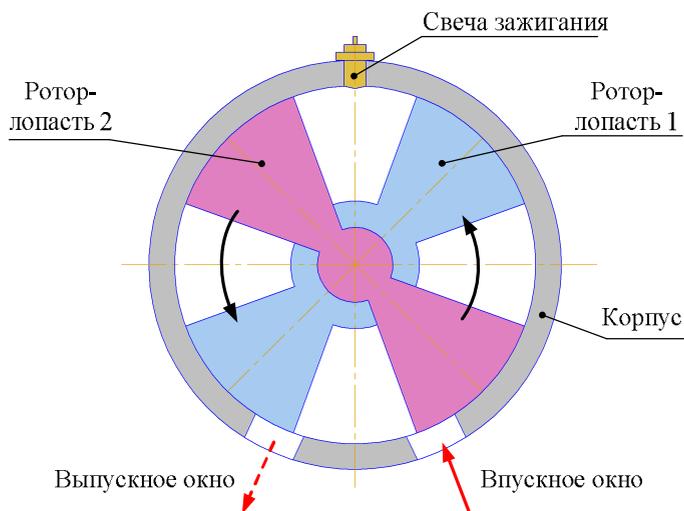
Рис. 2. Виды роторно-лопастных машин

Рассмотрим конструктивные схемы указанных агрегатов.

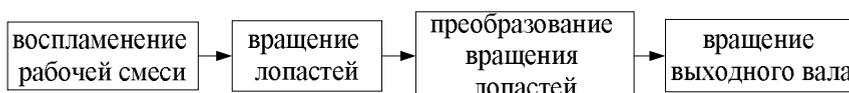
I. Тепловые двигатели.

1. Роторно-лопастной двигатель внутреннего сгорания (РЛДВС).

Принцип работы РЛДВС (рис. 3, 4). На двух соосных роторах установлены по две лопасти, разделяющие цилиндр на четыре рабочие камеры. Каждая камера за один оборот совершает четыре рабочих такта (набор рабочей смеси, сжатие, рабочий ход и выброс отработанных газов). Воспламенение смеси осуществляется в верхней точке окружности от свечи зажигания.



**Рис. 3.** Схема роторно-лопастного двигателя внутреннего сгорания



**Рис. 4.** Схема работы РЛДВС

Данный тип двигателя разрабатывается ещё с конца XIX века. В настоящее время российскими изобретателями предлагаются новые конструктивные схемы (см. табл. 1).

Таблица 1

Патенты РФ в области роторно-лопастных машин внутреннего сгорания

№, п/п	Название патента	Автор	Номер патента	Год начала действия патента
1	Роторная машина	Вигриянов М. С.	1788305	1993
2	Четырехтактный роторно-лопастной двигатель	Седунов И. П.	2101520	1996
3	Роторный двигатель внутреннего сгорания	Лаптев Е. В., Лаптев Д. Е.	2133845	1998
4	Роторно-лопастной двигатель внутреннего сгорания (варианты), механизм качания лопастей, узел уплотнительных элементов лопастей и подшипниковая опора механизма качания лопастей	Савин Г. А., Савин А. Г.	2159342	1999
5	Роторно-лопастной двигатель внутреннего сгорания	Абатуров А. С.	2168033	1999
6	Четырехтактный роторно-лопастной тангенциальный двигатель	Ившин Ю. П.	2212545	2000
7	Роторный двигатель	Анфисов В. Б.	2217612	2001

Продолжение таблицы 1

8	Роторно-лопастной двигатель внутреннего сгорания	Мултановский В. В.	2215159	2001
9	Роторно-лопастной ДВС	Исачкин А. Ф.	2295041	2005
10	Роторно-лопастной двигатель внутреннего сгорания РЛДВС	Дротенко П. Н.	2294444	2005
11	Роторно-лопастной двигатель	Григорчук В. С.	2323356	2006
12	Роторно-лопастной двигатель внутреннего сгорания	Холодный Г. К.	2422652	2009
13	Четырехтактный роторно-лопастной двигатель внутреннего сгорания	Гридин В. В.	2467175	2011
14	Роторно-лопастной двигатель внутреннего сгорания	Горохов В. Н.	2496998	2011
15	Роторно-лопастной двигатель внутреннего сгорания	Потапов И. М.	2488704	2011
16	Роторно-лопастной двигатель внутреннего сгорания	Богатырев В. А.	2474705	2011

2. Роторно-лопастной двигатель с внешним подводом теплоты (РЛДВПТ).

Принцип работы РЛДВПТ (рис. 5, 6) [3]. В корпусе роторно-лопастной группы предусмотрены окна для соединения трубопроводами с нагревателем и охладителем. Корпус заполнен рабочим телом (газом) под начальным избыточным давлением. В четырёх рабочих объёмах одновременно осуществляются такты термодинамического цикла Стирлинга: впуск, сжатие, подвод тепла, рабочий ход, выпуск, отвод тепла.

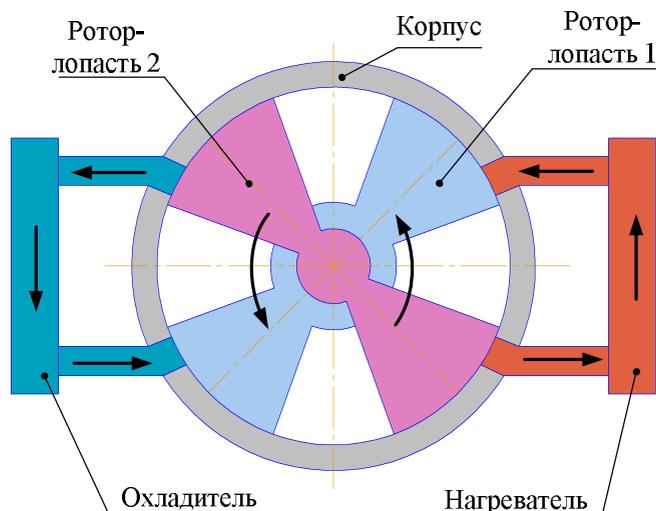


Рис. 5. Схема роторно-лопастного двигателя с внешним подводом теплоты

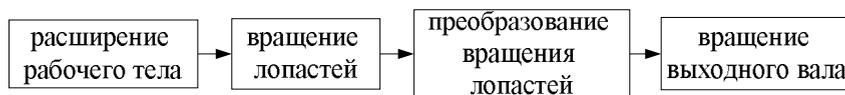


Рис. 6. Схема работы РЛДВПТ

Известные конструкции РЛДВПТ приведены в табл. 2.

Таблица 2

Патенты в области роторно-лопастных машин с внешним подводом теплоты

№, п/п	Название патента	Автор	Номер патента	Год начала действия патента
1	Rrotaryheatengine	Walter G. Hecker	US 4357800	1979
2	Kreiskolben-Warmemotor-Vorrichtung	Стерк Мартин	ФРГ DE19814742	2000
3	Способы работы теплового двигателя и двигатель Романова	Романов В. А.	РФ 2274756	2002
4	Роторно-поршневой двигатель с внешним подводом тепла	Лукьянов Ю. Н. и др.	РФ 2387844	2008
5	Роторно-поршневая машина объемного расширения	Драчко Е. Ф.	РФ 2439333	2007
6	Роторный преобразователь энергии и двигатель внешнего сгорания с его использованием	Чангурия О. Г., Чангурия И. Г.	РФ 2454546	2010
7	Роторный двигатель внешнего сгорания	Андреев Ю. П.	РФ 2451811	2010
8	Ролико-лопастной двигатель с внешним подводом тепла	Педан С. Б.	2469203	2011

3. Роторно-лопастный паровой двигатель.

Принцип работы роторно-лопастного парового двигателя (рис. 7, 8). Вода непрерывно поступает в котёл, где она нагревается при помощи горелочного устройства, превращаясь тем самым в пар. Далее пар по внутреннему трубопроводу поступает в рабочие камеры двигателя. Пар, находящийся под высоким давлением, оказывает давление на смежные лопасти каждой рабочей камеры. Возникающие в результате этого разности давлений заставляют роторы вращаться. При повороте ротора лопасть каждой рабочей камеры переходит точку расположения соответствующего элемента отвода пара, вследствие чего пар из каждой рабочей камеры свободно выходит через элементы отвода. Далее цикл повторяется.

Сегодня роторно-лопастные машины практически не используются в качестве паровых машин (табл. 3).

Таблица 3

Патенты в области роторно-лопастных паровых машин

№, п/п	Название патента	Автор	Номер патента	Год начала действия патента
1	Паровой роторно-лопастный двигатель	Глумов Ф. К.	РФ 2491425	2011

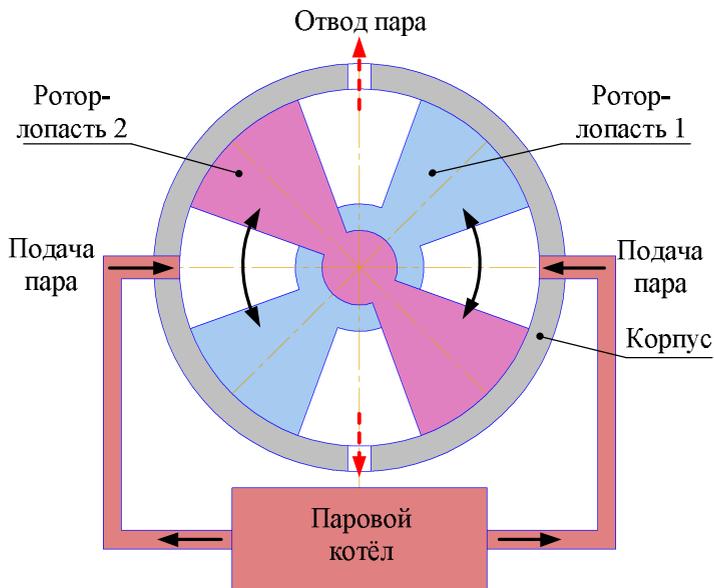


Рис. 7. Схема роторно-лопастной паровой машины



Рис. 8. Схема работы роторно-лопастного парового двигателя

## II. Роторно-лопастные насосы:

- 1) гидравлические;
- 2) пневматические (компрессоры).

Принцип работы роторно-лопастного насоса (рис 9, 10). Роторно-лопастные насосы позволяют осуществлять объёмную перекачку рабочего тела. Объём камеры, находящейся напротив открытого впускного окна, увеличивается до максимального значения и наполняется рабочим телом. Затем этот объём рабочего тела при закрытом впускном окне переносится в зону выпуска, и при открытом выпускном окне происходит выпуск с уменьшением объёма камеры до минимального значения. На одном обороте выходного вала каждая камера совершает два выпуска рабочего тела и, следовательно, при четырёх камерах насос совершает восемь выпусков.

Известные конструкции роторно-лопастных насосов приведены в табл. 4. Следует отметить, что многие авторы называют роторно-пластинчатый насос роторно-лопастным, хотя они обладают принципиально различными конструкциями.

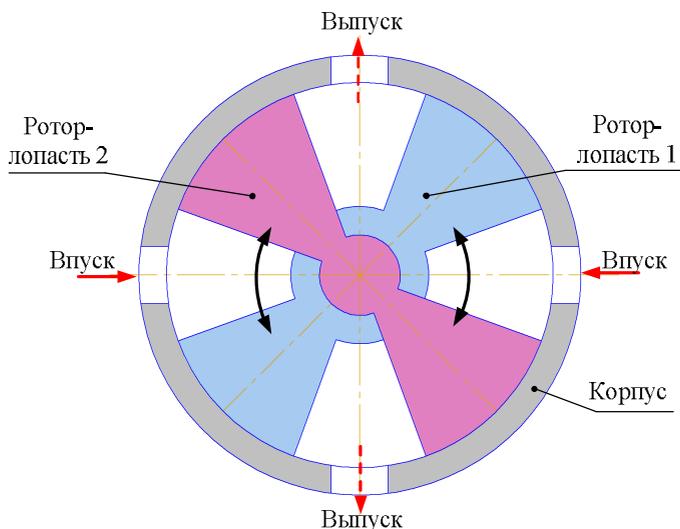


Рис. 9. Схема роторно-лопастного насоса

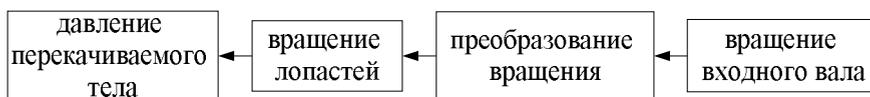


Рис. 10. Схема работы роторно-лопастного парового двигателя

Таблица 4

Патенты в области роторно-лопастных насосов

№, п/п	Название патента	Автор	Номер патента	Год начала действия патента
1	Роторная машина	Вигриянов М. С., Саломатов В. В.	РФ 2135777	1997
2	Двухцилиндровый лопастный насос	РА Фил Чан	РФ 2184874	1997
3	Ротационно-лопастной насос	Иванов С. П.	РФ 2121607	1998
4	Лопастной насос	Шаров А. И.	РФ 2211377	2002
5	Лопастной насос (варианты)	Киси Йосинобу и др	РФ 2368809	2006
6	Нагнетатель роторно-лопастной	Балькин А. В. Квасов В. Г.	РФ 2407918	2008
7	Лопастной насос	Сакакибара Рюити	РФ 2490516	2010
8	Многофазный роторно-лопастной насос и способ его эксплуатации	Залыгин Ю. Р.	РФ 2456477	2011

III. Роторно-лопастные моторы:

- 1) гидравлические;
- 2) пневматические.

Принцип работы роторно-лопастного мотора (рис. 11). Роторно-лопастные моторы позволяют осуществлять преобразование кинетической энергии рабочего

тела в механическую энергию вращения выходного вала. Конструкция роторно-лопастных моторов аналогична насосам, а вот принцип работы обратный. Рабочее тело поступает в рабочие камеры цилиндра, оказывая давление на смежные лопасти каждой камеры. Возникающие разности давлений заставляют роторы вращаться. При открытом выпускном окне происходит выпуск.

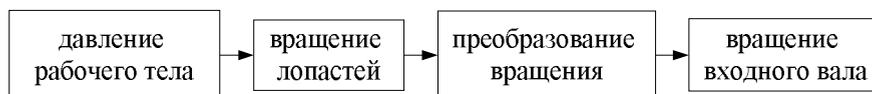


Рис. 11. Схема работы роторно-лопастного мотора

В качестве роторно-лопастных моторов могут быть использованы роторно-лопастные насосы (табл. 4), а также приведённые в табл. 5.

Таблица 5

Патенты в области роторно-лопастных моторов

№, п/п	Название патента	Автор	Номер патента	Год начала действия патента
1	Роторно-лопастная гидромашина	Зельдин Ю. Р., Савинов Е. Р., Грибунин Н. М.	РФ 2067220	1991
2	Роторно-лопастная гидромашина	Махота А. А., Безносков В. В.	РФ 2106533	1995
3	Гидравлическая машина	Черняков Ю. Ф.	РФ 2486367	2011
4	Гидромашина	Черняков Ю. Ф.	РФ 2487263	2011
5	Объёмная гидромашина	Черняков Ю. Ф.	РФ 2479747	2011

**Выводы:**

1. Выявлены основные виды роторно-лопастных машин: тепловые двигатели (внутреннего сгорания, с внешним подводом теплоты, паровые), насосы (гидравлические, пневматические), моторы (гидравлические, пневматические).

2. Рассмотрены схемы конструкций и принципы работы известных видов роторно-лопастных машин.

3. Приведены результаты патентного поиска по каждому классу роторно-лопастных машин.

Анализ патентной активности за последние годы свидетельствует о росте внимания конструкторов к разработке роторно-лопастных машин различного назначения и о перспективности дальнейших исследований в этой области.

**Литература**

1. Старт / ё-мобиль. [Электронный ресурс]: URL: <http://www.yo-auto.ru>
2. Обзор роторно-лопастных конструкций. [Электронный ресурс]: URL: [http://ekoteh.narod.ru/rbe\\_new/rotor\\_valve/analysis/page02.html](http://ekoteh.narod.ru/rbe_new/rotor_valve/analysis/page02.html)
3. Конструкция и принцип работы РЛДВПТ. [Электронный ресурс]: URL: <http://delta-t.zapto.org/rldvp/konstrukcia-i-princip-raboty>

*Об авторе(ах)*

**Гринёв Дмитрий Владимирович** — кандидат технических наук, заведующий кафедрой технологии обработки материалов, факультет образовательных технологий и дизайна, Псковский государственный университет, Россия.

**E-mail:** grinev\_dmitry@mail.ru

*D. V. Grinev*

**CONSTRUCTIVE SCHEMES AND PRINCIPLES OF OPERATION  
OF THE ROTOR-BLADE MACHINES**

*Constructive schemes and principles of operation of the rotor-blade machines: heat-engines (internal combustion engine, external combustion, steam-engine), pumps (hydraulic, pneumatic), motors (hydraulic, pneumatic) are considered. The results of a patent search for each class of rotor-blade machines are presented.*

**Key words:** rotor-blade machine, blade, rotor, pump, engine.

*About the author(s)*

**Grinev Dmitry Vladimirovich**, Candidate of Engineering Sciences, Head of the Department of Technologies of processing of materials, Faculty of Educational Technologies and Design, Pskov State University, Russia.

E-mail: grinev\_dmitry@mail.ru