

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ РОТОРНО-ЛОПАСТНОЙ МАШИНЫ

© 2006 И.В. Коломин¹, А.И. Довгялло¹, Ю.М. Русанов², В.В. Лысенков², Ю.М. Трубников²

¹Самарский государственный аэрокосмический университет,

²ГНП РКЦ «ЦСКБ-Прогресс», г. Самара

Приведены описание конструкции роторно-лопастной машины (РЛМ) и варианты ее применения. Изложены результаты предварительных испытаний РЛМ. Показана перспективность использования РЛМ в качестве двигателя внутреннего сгорания (ДВС).

Поршневые объемные машины нашли широкое применение в различных областях современной жизни. Большинство поршневых компрессоров и ДВС выполнено по схеме с поступательным движением поршней, преобразующимся во вращательное движения выходного вала через кривошипно-шатунный механизм. Однако, такие недостатки поршневых машин как вибрации от неуравновешенности кривошипно-шатунного механизма, значительные потери на трение в цилиндропоршневой паре, затраты полезной мощности на привод клапанов, и другие недостатки, существенно снижают КПД и требуют постоянного поиска альтернативных вариантов конструкции. Роторно-лопастная машина (РЛМ) является одной из них.

В РЛМ посредством механизма с некруглыми (эллиптическими) колесами реализуется преобразование возвратно-вращательного движения лопастей (выполняющих функцию поршней) в однонаправленное вращение выходного вала. РЛМ имеет четыре попарно работающих камеры противоположного принципа действия, причем в РЛМ могут отсутствовать клапаны (золотниковая схема), что снимает проблемы их привода и увеличивает надежность машины. Отсутствие «перекладок» поршня исключает силовое воздействие на стенки корпуса РЛМ, что позволяет использовать бесконтактные уплотнения по периметру лопастей и, тем самым, существенно снизить потери на трение.

Рабочая зона РЛМ, где происходят все процессы с рабочим телом, представляет собой кольцеобразную полость переменного объема прямоугольного сечения, внутри которой колеблются две пары лопастей, выполняющие функцию поршней (см. рис. 1). Замкнутый объем каждой из четырех рабочих камер 3 создается между неподвижными

стенками корпуса 1 и двумя подвижными лопастями 2, совершающими возвратно-вращательное движение. Рабочий процесс РЛМ организован таким образом, что в то время, когда в одной паре рабочих камер происходит такт сжатия и выпуска, в другой паре рабочих камер осуществляется такт впуска. Впуск и выпуск рабочего тела производится через отверстия 4, расположенные в местах на корпусе, где лопасти сходятся.

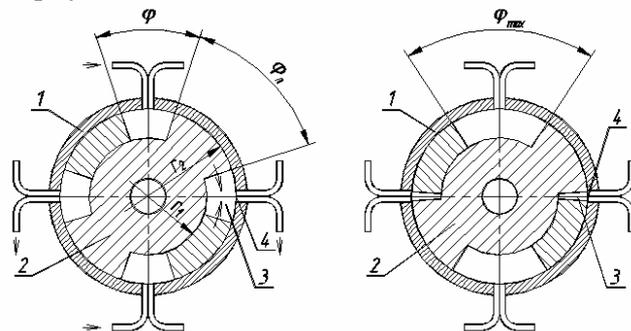


Рис. 1. Схема работы роторно-лопастной машины

РЛМ возможно применять в вариантах: с «колеблющимися» (совершает возвратно-поворотное движение) и «вращающимися» лопастями (совмещает возвратно-поворотное и однонаправленное вращательное движение) [1].

В первом варианте РЛМ имеет планетарный механизм привода, с некруглыми (эллиптическими) и цилиндрическими колесами, который обеспечивает только колебательное движение лопастей, и каждая полость снабжена впускным и выпускным клапанами. Четыре полости работают попарно, по очереди: две — синфазно, две — противофазно (см. рис. 1).

Во «вращающемся» варианте упрощенный механизм привода с некруглыми колесами позволяет лопастям кроме колебательных движений совершать и общее вращательное

движение. Лопастей перемещаются таким образом, что при наполнении каждая полость заполняется через одно (впускное) окно, а процесс выпуска рабочего тела осуществляется через другое (выпускное) окно. Весь рабочий цикл совершается за пол-оборота входного вала. Такие возможности РЛМ позволяют реализовать процесс впуска, сжатия и выпуска без клапанов и отдельных распределительных (золотниковых) устройств.

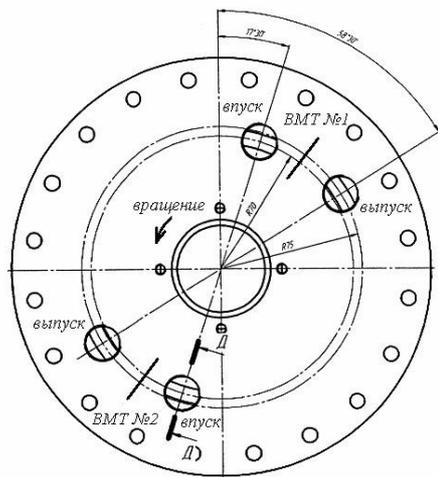


Рис. 2. Вид на крышку «вращающейся» РЛМ

Одним из отличий «вращающегося» варианта РЛМ от «колеблющегося» (у которого на каждую из четырех полостей приходится по одному впускному и выпускному отверстию) является то, что на две пары полостей приходится два впускных и два выпускных окна (см. рис. 2). Так как «вращающийся» вариант РЛМ совмещает возвратно-поворотное и однонаправленное вращательное движение, каждая пара полостей осуществляет рабочий цикл (впуск-сжатие-выпуск) от ВМТ до ВМТ за 180° , в то время как другая пара полостей смещена по циклу на 90° . ВМТ — это точка на круговой траектории движения лопастей, в которой рабочая камера компрессора имеет минимальный объем. На рис. 3 представлен разрез «вращающегося» варианта РЛМ, с видом на эллиптические колеса.

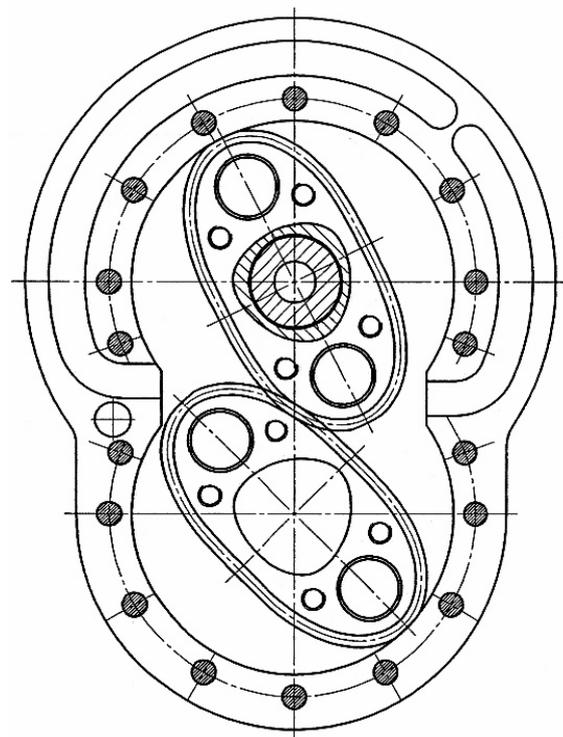
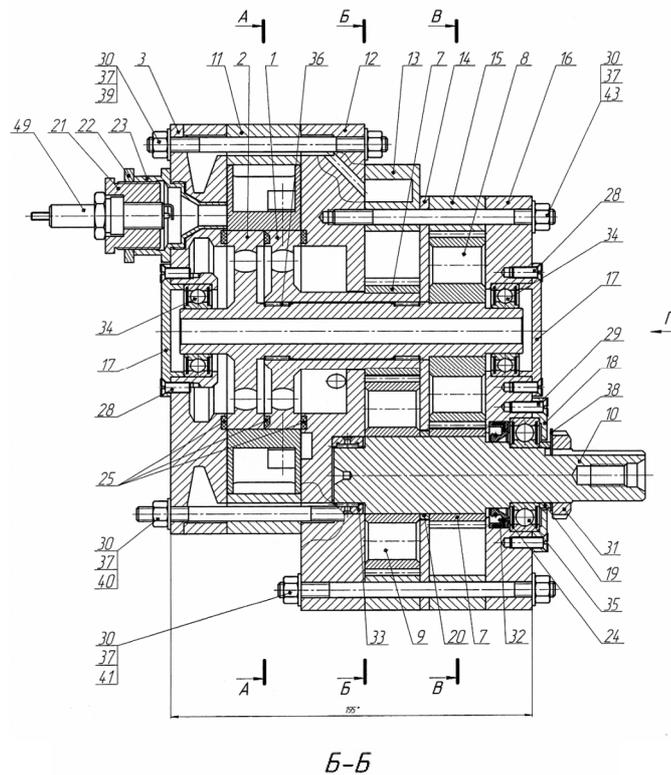


Рис. 3. Продольный разрез РЛМ и вид на эллиптические колеса

Для оценки применимости РЛМ в качестве компрессора и ДВС, на экспериментальной установке (см. рис. 4 и 5) в лаборатории СГАУ были проведены предварительные испытания в режиме компримирования макетного образца со следующими параметрами:



Рис. 4. Вид на экспериментальную установку

- объем одной рабочей камеры $V_k = 127,5 \times 10^{-6} \text{ м}^3$;
- рабочий объем РЛМ за цикл $V_p = 510,2 \times 10^{-6} \text{ м}^3$;
- РЛМ с «вращающимися» лопастями (совмещает возвратно-поворотное и однонаправленное вращательное движение);
- золотниковая система впуска и выпуска рабочего тела (без клапанов);
- неохлаждаемый компрессорный блок;
- уплотнения рабочих камер — контактные эспандированные пластины по периметру профиля лопастей, со смазкой;
- за один оборот входного вала РЛМ совершается два полных компрессорных цикла.

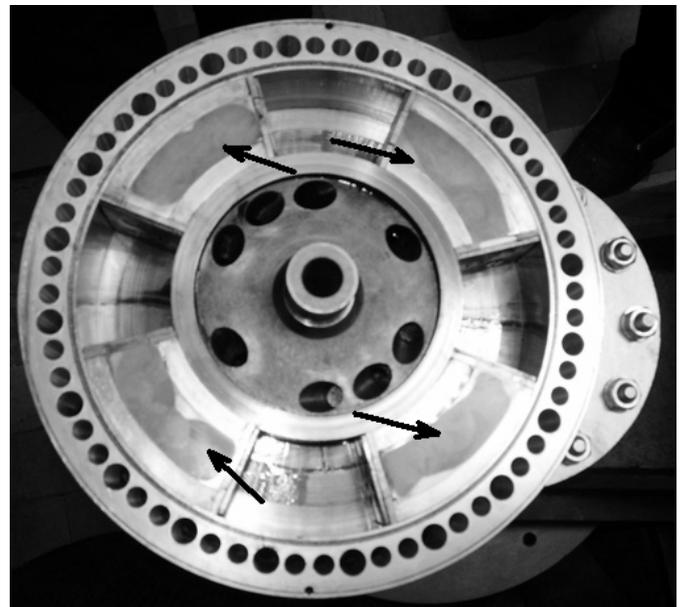


Рис. 6. РЛМ со снятой передней крышкой

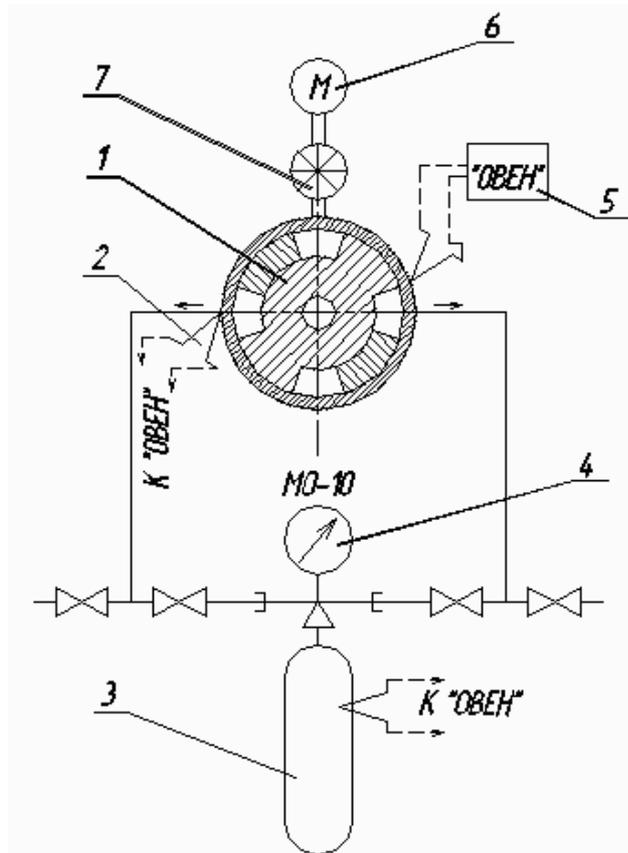


Рис. 5. Принципиальная схема экспериментальной установки

- 1 – роторно-лопастная машина; 2 – термопара;
 3 – баллон; 4 – манометр образцовый; 5 – измерительный потенциометр; 6 – электродвигатель привода; 7 – ременная передача

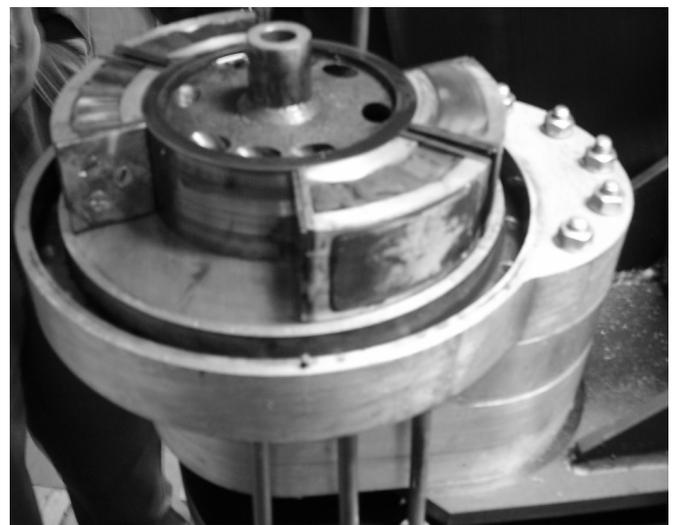


Рис. 7. РЛМ со снятой передней крышкой и боковым цилиндром

Вид на РЛМ со снятой передней крышкой показан на рис. 6 (стрелками указаны пластины торцевых уплотнений лопастей). На рис. 7 приведена фотография РЛМ со снятыми передней крышкой и цилиндром.

Результатом проведенных испытаний было следующее:

- 1) Проверена и доказана возможность применения некруглых зубчатых колес (НЗК) в качестве силового быстроходного механизма связи (МС) лопастей, обеспечивающего необходимый закон вращательного движения лопастей.
- 2) Проведены испытания РЛМ в режиме компрессора, доказана его работоспособность без клапанов в режиме компримирования. Получены характеристики по производительности и коэффициенту подачи на различных частотах вращения и при различных уровнях давления нагнетания.

- 3) Испытания проведены на каждой рабочей полости в отдельности и при их совместной работе на два выпускных канала.
- 4) Оптимизированы форма и размеры впускных и выпускных окон и выявлено их влияние на характеристики РЛМ.
- 5) Выданы рекомендации для доработки и модернизации РЛМ с целью улучшения ее характеристик.

Список литературы

1. Патент 56501 Российская Федерация, МПК⁷ F04C 18/30. Роторно-лопастной компрессор [Текст] / Коломин И.В., Довгялло А.И., Семенов Б.П., Русанов Ю.М., Трубников Ю.М.; заявитель и патентообладатель Самарск. гос. аэрокосм. ун-т, ФГУП ГНП РКЦ «ЦСКБ-ПРОГРЕСС». – № 2006103403/22; заявл. 06.02.06; опубл. 10.09.06, Бюл. № 23 – 2 с.: ил.

ROTOR-VANE MACHINE PRELIMINARY TESTS

© 2006 I.V. Kolomin, A.I. Dovgjallo, Yu.M. Rusanov, V.V. Lisenkov, Yu.M. Trubnikov

Samara State Aerospace University
Space-Rocket Center «TsSKB-Progress», Samara

The review presents the results on rotor-vane machine (RVM) preliminary tests. Basic characteristics of operating process: productivity, hermetic factor, thermodynamic efficiency are given. The promising nature of operating RVM as internal combustion engine is shown.