

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ СФЕРИЧЕСКОЙ РОТОРНОЙ МАШИНЫ В ТЕХНИКЕ И ТРАНСПОРТЕ

Ф.Б.КИМ, Л.Б.КИМ, В.Ф.КИМ

*E.mail. [ksucta@elcat.kg](mailto:ksucta@elcat.kg)*

*Жумушта кыймылдаткычтар, насостор жана гидромоторлор, ошондой эле транспорт каражаттарынын өткөргүчтөрүнүн PCT/KG2010/000001 эл аралык билдирүү боюнча “Көлөмдүк сфералык ротордук машина” ойлоп табууну колдонуунун келечеги каралат.*

*В работе рассматриваются перспективы применения изобретения «Объемная сферическая роторная машина» по международной заявке PCT/KG2010/000001 в двигателях, насосах и гидромоторах, а также в приводах транспортных средств.*

*At the work it are considered perspectives of use an invention «Positive displacement spherical rotor machine» of International Patent Application PCT/KG2010/000001 in engines, pumps, hydraulic motors and driving systems of vehicles.*

Начиная со времен русского механика И.И.Ползунова (1728–1766), в 1763 году построившего двухцилиндровый паровой двигатель, английского инженера Джеймса Уатта (James Watt) (1736–1819), запатентовавшего в 1769 году тепловой двигатель, до настоящего времени подавляющее большинство двигателей, насосов, компрессоров строится на основе цилиндро-поршневой машины с возвратно-поступательно перемещающимся поршнем в цилиндре на основе кривошипно-ползунного механизма.

В середине 20 века роторно-поршневой двигатель немецкого инженера Феликса Ванкеля (1902–1988) вызвал большие надежды на то, что монополия кривошипно-ползунного механизма будет повержена, но очень высокие требования к точности его изготовления до сих пор не позволили этой машине поколебать позиции традиционной цилиндро-поршневой машины.

Согласно прогнозам футурологов, в течение первых десятилетий 21 века размеры двигателей, в частности для транспортных средств, должны уменьшиться в 2 и более раза по сравнению с концом 20 века. Этот срок подступает, но промышленностью еще не освоены машины, способные оправдать надежды футурологов.

Возможно ли, что так происходит из-за отсутствия технических решений, способных вызвать прорыв в этой области? Представляется, что это не так.

Известен ряд изобретений по объемной роторной машине, кинематически идентичной шарниру Гука /1/.

Объемная сферическая роторная машина (далее по тексту «Машина») по международной заявке РСТ/КГ2010/000001 /2/, содержащая ротор, кинематически идентичный шарниру Гука, корпус, выполненный из двух одинаковых полукорпусов, соединенных между собой с возможностью относительного углового поворота в плоскости, не перпендикулярной к осям вращения валов, оснащенных опорными элементами с размещенными в них валами и элементами, обеспечивающими функционирование машины, с возможностью поворота каждого опорного элемента относительно соответствующего полукорпуса вокруг оси соответствующего вала, причем названные опорные элементы обеспечены связями, не допускающими их поворот относительно плоскости, проходящей через оси валов, вследствие чего обеспечивается возможность регулирования угла между осями валов, влияющего на величину рабочего объема машины, при сохранении неизменности положения элементов, обеспечивающих функционирование машины, например впускных и выпускных каналов, свечей зажигания или форсунок впрыска топлива в камеру, относительно этой плоскости, обеспечивает регулирование рабочего объема при поддержании оптимального режима работы машины.

При использовании машины в качестве двигателя это позволяет изменять степень сжатия для адаптации к октановому числу топлива с целью предотвращения детонации, а при использовании в качестве гидравлического насоса или двигателя – к простому и экономичному объемному регулированию скорости в гидроприводе на их основе, в том числе и с реверсированием.

Особенностями объемных машин на основе кривошипно-ползунных механизмов являются: (1) возвратно-поступательные перемещения поршней, связанные с потерями на преодоление инерционных нагрузок; (2) большое количество подвижных элементов (например, в четырехцилиндровой машине 9 основных элементов: 4 поршня, 4 шатуна и 1 коленчатый вал); (3) потребность отдельного пространства для каждого цилиндра.

Особенностями объемных машин на основе механизма Ванкеля являются: (1) отсутствие возвратно-поступательного перемещения элементов механизма и наличие одного фигурного ротора, перемещающегося по сложной замкнутой траектории с изменением положения центра его тяжести, вследствие чего инерционные нагрузки уменьшены, но могут оставаться достаточно значительными; (2) уменьшенное количество подвижных элементов, практически перемещается один ротор, хотя и достаточно

сложный; (3) уменьшение потребного пространства, так как несколько рабочих камер образуется в одном и том же пространстве; (4) во взаимодействии между ротором и полостью машины участвуют все участки их поверхностей, вследствие чего проблемы по уплотнению контакта между ними существенны, чем обусловлены чрезвычайно высокие требования к точности как при изготовлении, так и при эксплуатации.

Особенностями объемных машин на основе механизма, кинематически идентичного шарниру Гука, являются: (1) отсутствие возвратно-поступательного перемещения элементов механизма; имеется только осциллирующее перемещение диафрагмы без перемещения центра ее тяжести, вследствие чего вредное влияние инерционных нагрузок существенно уменьшено; (2) уменьшенное количество подвижных элементов (при обеспечении четырех рабочих камер только 3 перемещающихся элемента); (3) уменьшение потребного пространства, так как все 4 рабочие камеры образуются в одном и том же пространстве; (4) во взаимодействии между ротором и полостью машины участвуют только периферийные участки элементов ротора, что позволяет решить проблему уплотнения известными способами.

Поэтому на концептуальном уровне объемные машины на основе механизма, кинематически идентичного шарниру Гука, имеют несомненные преимущества по сравнению с машинами на основе кривошипно-ползунного механизма и машинами на основе механизма Ванкеля, что свидетельствует о перспективности разработки двигателей, насосов и систем на основе машины по международной заявке РСТ/КГ2010/000001.

Существенным шагом вперед может быть даже использование машины просто в качестве двигателя внутреннего сгорания, парового двигателя, насоса или гидромотора, а использование машины в качестве основы для комплексной системы может дать кардинальные преимущества.

Например, система из двигателя внутреннего сгорания (ДВС), насоса с регулируемой производительностью (РН) и гидравлических моторов с дискретно регулируемым расходом (РГМ), приводящих непосредственно колеса транспортного средства, где ДВС, РН и РГМ выполнены на основе объемной сферической роторной машины по международной заявке РСТ/КГ2010/000001, создает предпосылки для привода транспортного средства без механической трансмиссии, в котором обеспечивается оптимальный режим работы двигателя, оперативный выбор количества ведущих колес в зависимости от дорожной обстановки.

Принципиальная схема системы с четырьмя ведущими колесами, на которой не отражены устройства компенсации утечек рабочей жидкости и система управления, а

ДВС, РН и РГМ обозначены одинаковыми условными обозначениями, отражающими кинематику объемной сферической роторной машины, показана на рис. 1.

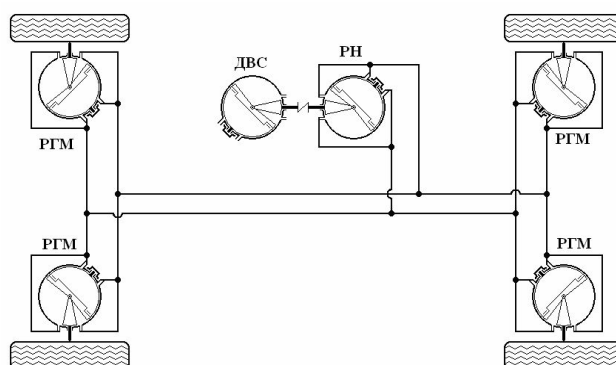


Рис. 1. Принципиальная схема системы привода транспортного средства на основе объемной сферической роторной машины

В этой системе ДВС для транспортного средства обычного исполнения может быть на основе машины с фиксированным углом между осями валов, а для транспортных средств, предназначенных для эксплуатации в условиях нестабильного снабжения топливом определенной марки, например для военной техники, может быть с регулируемой степенью сжатия.

РН должен быть на основе машины, допускающей бесступенчатое регулирование расхода рабочей жидкости с реверсированием.

РГМ должны быть в количестве, равном максимальному числу ведущих колес, с дискретным регулированием рабочего объема; отключение РГМ осуществляется установкой на нем нулевого рабочего объема. Установкой конкретных значений рабочих объемов оставленных включенными РГМ может быть обеспечено изменение тягового усилия или скорости транспортного средства при различных состояниях системы управления ими.

Выходной вал ДВС постоянно связан с приводным валом РН. Выходной вал каждого РГМ постоянно связан с приводимым им колесом транспортного средства.

РН постоянно последовательно связан системой трубопроводов с РГМ, которые между собой связаны трубопроводами параллельно.

Система управления РН состоит из двух элементов: (1) элемент управления направлением потока рабочей жидкости; (2) элемент (бесступенчатого) управления расходом рабочей жидкости.

Элемент управления направлением потока жидкости имеет три положения: (а) положение «стоп», задающее нулевой рабочий объем РН, обеспечивающее

неподвижность транспортного средства; (б) положение «вперед», обеспечивающее направление потока рабочей жидкости для движения транспортного средства вперед; (в) положение «назад», обеспечивающее направление потока рабочей жидкости для движения транспортного средства назад. Данный элемент может быть выполнен в виде рычага или джойстика переключения коробок передач традиционных транспортных средств.

Элемент управления расходом рабочей жидкости, обеспечивающий бесступенчатое изменение рабочего объема и связанный с акселератором, задающим частоту вращения ДВС, регулирует рабочий объем РН таким образом, чтобы требуемый расход рабочей жидкости обеспечивался при наиболее благоприятной частоте вращения ДВС. Данный элемент может быть выполнен в виде двух педалей, соответствующих педали акселератора и педали тормоза традиционных транспортных средств.

Количество положений системы управления РГМ зависит от максимального количества ведущих колес. Для транспортного средства с четырьмя ведущими колесами таких положений три: (а) режим полного привода: рабочие объемы всех РГМ установлены на значение, равное примерно половине максимального рабочего объема; (б) режим переднего привода: рабочие объемы РГМ передних колес установлены на максимальный рабочий объем, а рабочие объемы задних колес – на нулевой рабочий объем; (в) режим заднего привода: рабочие объемы РГМ передних колес установлены на нулевой рабочий объем, а рабочие объемы задних колес – на максимальный рабочий объем; можно предусмотреть дополнительную позицию для буксировки данного транспортного средства, при которой все РГМ должны устанавливаться на нулевой рабочий объем. Эта система управления может быть выполнена в виде рычага управления раздаточной коробки традиционных транспортных средств.

Работа системы.

В исходном положении ДВС выключен, РН – в состоянии «стоп», РГМ – в любом из трех возможных состояний. Блокировка должна исключить возможность запуска ДВС при включении РН в положение «вперед» или «назад».

После запуска ДВС элемент управления направлением потока жидкости по усмотрению водителя ставится в положение «вперед» или «назад», затем элементом управления расхода рабочей жидкости регулируется скорость транспортного средства.

Переключение элемента управления направлением потока жидкости должно производиться только при остановленном транспортном средстве, если не предъявлено специальное требование, позволяющее такое действие в движущемся транспортном средстве, например, для привода движителей водных транспортных средств.

Количество ведущих колес может переключаться на ходу. При этом суммарный рабочий объем включенных РГМ для различных режимов может быть различным в зависимости предусмотренной дискретной градации рабочих объемов. При большем суммарном рабочем объеме включенных РГМ при прочих равных условиях скорость транспортного средства будет ниже, но тяговое усилие – выше.

Например, в полноприводном режиме суммарный рабочий объем всех РГМ можно предусмотреть наибольшим, суммарный рабочий объем РГМ задних колес в заднеприводном режиме несколько меньшим, и еще меньшим – суммарный рабочий объем РГМ передних колес в переднеприводном режиме. Тогда в полноприводном режиме кроме распределения тягового усилия между всеми колесами будет обеспечено повышенное тяговое усилие при пониженной скорости по сравнению с заднеприводным режимом, а в переднеприводном режиме – пониженное тяговое усилие при повышенной скорости.

Кроме этого, функции тормозной системы могут выполняться рассматриваемой системой с отказом от тормозной системы, за исключением режима аварийной буксировки, когда тормозная система необходима.

Таким образом, даже беглый анализ возможности применения машины по международной заявке РСТ/KG2010/000001 в приводе транспортного средства дает основания надеяться на широкие возможности для снижения сложности и материалоемкости, повышения гибкости привода, для унификации в производстве и обслуживании транспортных средств, для осуществления смелых прогнозов футурологов.

### **Список литературы**

1. Объемная сферическая роторная машина / Кузнецов М.И. Заявка РСТ/RU00/00070; международная публикация WO 00/57028 от 28.09.2000. 198 с.
2. Объемная сферическая роторная машина / Ким Ф.Б., Ким Л.Б., Ким В.Ф. Заявка РСТ/KG2010/000001 от 2.07.2010.