

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РОТОРНО-ВОЛНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ В АВТОТРАКТОРОСТРОЕНИИ

*Н.С. Козырева,  
студентка 3 курса инженерного факультета  
Научный руководитель: ассистент Калмыков А.А.*

Сегодня уже мало кого устраивает, что 60-70 % теплоты вырабатываемой двигателями внутреннего сгорания просто выбрасывается в атмосферу. Когда же энергетика с ее ограниченными сырьевыми ресурсами не сможет мириться и с 20-30 % потерями тепла в рамках все той же классической термодинамики, то, без сомнения, будут востребованы только те технические решения, которые смогут преодолеть основные недостатки существующих тепловых машин, позаимствовав от них только плюсы. Так, от газовой турбины будет взята неограниченная мощность, малые габариты и вес; от дизеля - высокая экономичность; от его бензинового конкурента - приемистость и максимально эффективное использование рабочего объема двигателя; от фактически забытой паровой машины и ее «родственника» в лице современного «Стирлинга» - бесшумность, многотопливность и высокий крутящий момент; от широко разрекламированного в недавнем прошлом двигателя Ф.Ванкеля - отсутствие органов газораспределения; от шумевшего бесшатунного двигателя С. Баландина. и совсем уж неизвестной конструкции Е. Льва - высокий механический КПД и способность двигателя выполнять функции редуктора; а от мало кому известного двигателя В.Кушуля - низкую токсичность выхлопа. В нем удастся полностью или частично отказаться от: охлаждения и смазки, убрать глушитель шума, маховик, и это при количестве деталей не больше, чем в двухтактном мото - велосдвигателе.

На сегодняшнем этапе развития техники эта задача может быть решена только с переходом к качественно новым конструктивным принципам и решениям. Таким условиям полностью отвечает концептуальная идея **«Роторно-волнового двигателя»** - объемной прямоточной машины, воспроизводящей последовательность работы газотурбинного двигателя.

В нем совершенно устранено возвратно-поступательное движение рабочих органов, ротор полностью уравновешен и вращается с постоянной угловой скоростью. Рабочее тело, как и в турбине, движется вдоль оси двигателя, траектория движения - винтовая линия. В конструкции отсутствует вредное пространство, ограничивающее рост степени сжатия рабочего тела. Из-за отсутствия уплотнительных элементов и, соответственно трения в проточной части снимаются ограничения по ресурсу и числам оборотов двигателя. Рабочий процесс допускает, произвольно изменять степень сжатия и расширения рабочего тела; без дополнительных регулировок и остановки двигателя осуществлять переход на любой сорт топлива.

Оригинальная кинематическая схема и прогрессивный рабочий процесс роторного двигателя позволяет собрать в одной конструкции только положительные стороны всех типов ДВС. В основе же кинематики роторно-волнового двигателя (РВД) лежит сферический механизм, где оси его основных деталей пересекаются в одном месте - центре воображаемой сферы.

Установленный с минимальным зазором конический винтовой ротор

совмещает вращение с противоположным ему планетарным обкатыванием по внутренним огибающим корпуса. Накладывая два эти вида движения на любые сечения ротора (кроме центра - точки его перегиба), можно увидеть, что они совершают в определенной последовательности равные угловые колебания в пазах корпуса, образуя волны, которые последовательно перекачиваются по ходу винтовых поверхностей корпуса. Аналогичный процесс можно видеть на море, наблюдая в ветреную погоду за перемещением волн в «стоячей воде».

В компрессорном отсеке формирование и движение волн начинается от периферии по направлению к центру, а в расширительном отсеке, наоборот, от центра к периферии.

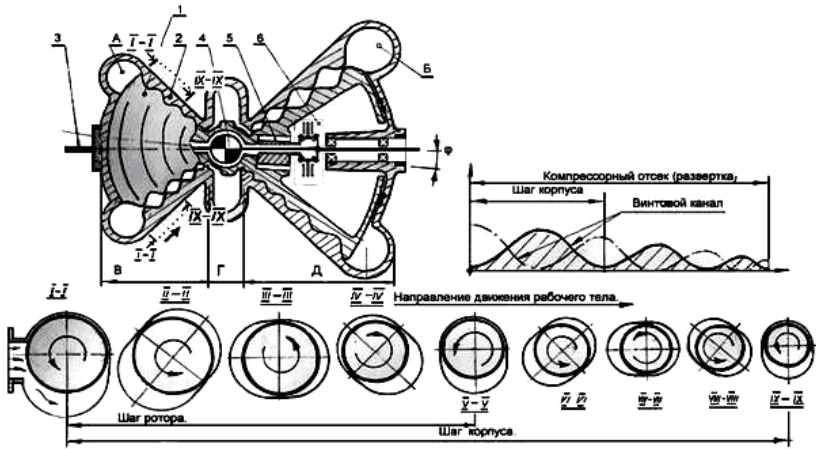


Рис.1

1- Ротор; 2- Корпус; 3- Вал отбора мощности; 4- Шарнир равных угловых скоростей; 5- Эксцентрик; 6- Блок шестерен. А- впускное окно, Б- выпускное окно, В- компрессорный отсек, Г- камера сгорания, Д- расширительный отсек, φ- угол наклона ротора.

Ротор (1) и вал отбора мощности (3) соединяются между собой в центре двигателя шарниром Гука (4), который можно назвать шарниром равных угловых скоростей (ШРУСом). Необходимое же ротору «дополнительное» обкатывание по внутренним огибающим корпуса задается вспомогательным устройством - так называемым «генератором волн». Его основной элемент - вращающийся на основном валу эксцентрик (5), с приводом через блок шестерен (6) все от того же вала. Эксцентрик наклона ротор от 3 до 6 градусов обеспечивает угловое качание сечением ротора в пределах от 12 до 24 градусов (подробнее см. в отраслевом журнале «Двигателестроение» 2 и 3 № за 2001 г.). В такой комплектации расчетный механический КПД двигателя составит невиданную цифру - 97 %.

С началом вращения, винтовые поверхности ротора начинают открывать внутренние полости винтовых каналов компрессорного отсека, засасывая и них воздух двумя потоками, смещенными относительно друг друга на 180 градусов. За один оборот ротора в оба канала компрессорного отсека засасываются и отсе-

каются от впускного тракта по две порции воздуха. При дальнейшем повороте, каждая порция воздуха начнет самостоятельно перемещаться к центру двигателя, непрерывно сокращаясь в объеме за счет уменьшения шага и амплитуды самого витка. Процесс сжатия будет продолжаться до тех пор, пока все уменьшающийся объем со сжатым воздухом не подойдет к камере сгорания. В этот момент процесс внутреннего сжатия воздуха в компрессорном отсеке закончится, наступает следующий этап - выталкивание сжатого воздуха в камеру сгорания тыльной стороной витка, ближе других находящегося к центру ротора. Этот процесс сопровождается непрерывным распыливанием топлива в воздушном потоке с последующим его сгоранием в общей камере, куда и выталкиваются все порции воздуха. Для первоначального поджигания топливовоздушной смеси в камере устанавливается запальная свеча. После запуска дальнейшее поджигание смеси должно поддерживаться газами, оставшимися от предыдущих циклов в общей камере сгорания. Последние, с высокой температурой и давлением покидая камеру сгорания, заполняют на роторе винтовые каналы расширительных отсеков, расположенных по другую сторону от центра ротора (точки, где шаг и амплитуда угловых колебаний равна нулю). С поворотом последнего происходит увеличение объемов расширительных отсеков за счет чего и осуществляется рабочий ход. На момент максимального расширения, кромки наружных витков ротора открываются и газы сначала свободно, а затем принудительно выдавливаются в выпускной коллектор. Интервал выпуска отработанных газов из очередной камеры расширения составит 180 градусов. Часть полученной в цикле мощности возвращается телом ротора в компрессорный отсек.

Главный резерв повышения КПД - применение в конструкции РВД керамических материалов - жаропрочных теплоизолированных покрытий, позволяющих отказаться от системы охлаждения и заменить собой сложнейшие турбокомпаундные двигатели. С использованием только таких свойств керамики для РВД, которыми она всегда обладала - способностью работать на сжатие, умеренное растяжение при стабильной температуре и давлении во всех сечениях корпуса и ротора.

Там, где требуется получить максимальный расход воздуха и огромные мощности, например, для авиации и судовых установок - выгоднее использовать многозаходные кинематические схемы, ограниченные по росту степени сжатия. Если главным фактором выступает экономичность, перспективней использовать двух - трехзаходные схемы роторов, как наиболее простые и допускающие наибольшую степень сжатия и расширения рабочего тела.

Необходимо признать, что на данный момент времени сильно отстает технологическая база предприятий, которые можно привлекать для изготовления подобного класса машин, но вместе с тем интенсивное развитие компьютерного проектирования способно решить многие технические вопросы, открывая тем самым благоприятные условия для создания высокоэкономичных и экологически безопасных энергетических установок.