ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

МЕЖДУНАРОДНАЯ БИРЖА КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИЙ

International Exchange for Commercialization of Innovation

«NON PLUS ULTRA»

«ПЕРУН»

Сферическая роторная машина (СРМ), Квази-детонационный объемно-струйный двигатель (ДОС).

Автор проекта - инженер М.И. Кузнецов

Шифр проекта

СРМ – ДОС «Перун»

2013г.

СОДЕРЖАНИЕ.

Стр.

1.Концептуальный проект «Перун»

1.1 Предисловие. Non plus ultra – высший предел. 3
1.2 СРМ. Описание по существу. 4
1.3 Описание работы СРМ. 6
1.4 Характеристики СРМ. 7

2 НИР-СРМ. *ГНЦ «ЦИАМ им. П.И.Баранова»*

2.1 НИР-СРМ Экспериментальные исследования. 9
2.2 Заключение. 11
2.3 Выводы. 12

3. Квази-детонационный объемно-струйный двигатель (ДОС) Перун.

3.1 Параметрическая и конструктивно-компоновочная классификация ДОС 13
3.1 Автономные электростанции. 18
3.3 КПД «Перун». 19
3.4 Критерии эффективности двигателя «Перун». 22

1.1 Предисловие.

Non plus ultra – высший предел (лат.).

Уважаемые Господа!

Имею честь представить Вам проект на разработку нового поколения энергетических машин СРМ-ДОС-ПЕРУН, автором которого являюсь.

Реализация настоящего проекта может стать заметным событием в истории развития техники.

«Перун» хорошо вписывается в историю развития тепловых двигателей. Он наследует от каждого из своих предшественников только лучшие родовые признаки, и может стать ***высшим пределом*** в развитие тепловых энергетических установок настоящего времени.

Стабилизирующим фактором в экономическом развитии любой страны является перспектива освоения и постоянного совершенствования техносферы. СРМ, являясь *системообразующей* машиной, создает предпосылки для выхода на новый уровень совершенства техники. Изменение техносферы, как системы можно интерпретировать, как изменение энтропии – ускоряющего и организующего фактора развития, затрагивающего, в первую очередь, самый ресурсоемкий и значимый сектор – энерготехнологий.

Создание двигателя первого поколения с использованием материалов и технологий настоящего времени предопределит активизацию новых концептуальных проектов, прежде всего в авиации и на транспорте. Разработка и создание двигателей следующих поколений потребует прямого или косвенного участия практически всех наукоемких направлений, обеспечивающих интересы и потребности машиностроения, создает предпосылки для **создания сотен тысяч рабочих мест** в наукоемких производствах и инфраструктуре обслуживающей их.

На ближайшие обозримые 20 лет, эта отрасль станет самой динамичной и продуктивной, превзойдя по стабильности и темпам роста компьютерный бум прошлого столетия так, как главной мотивацией разработки является сохранение и рациональное использование не возобновляемых ресурсов Земли.

1.2 СРМ. Описание по существу.

С целью определения взаимного расположения элементов конструкции машины, предлагается использовать аналог географических координат представленный на рис. 4 в которых;

точки **А**, **В** – **полюса машины** – образованы пересечением осей вращения секторных роторов с камерообразующей сферической поверхностью полости;

угол α называется углом **прецессии** машины (от позднелат. **praecessio** – движение впереди);

дуга **АСВ** нулевой меридиан системы координат – линия на сферической поверхности, соединяющая кратчайшим путем полюса машины. Положительным направлением отсчета координаты принимается направление вращения роторов машины в основном рабочем цикле, угол λ;

угол ψ – широта координаты, исчисляется от оси вращения секторных роторов;

экватор – линия на сферической поверхности равноудаленная от полюсов, окружность с точками **РС**;

линия **АМРВ** – меридианное сечение сферы, **АС=СВ**, **АР=РВ**, где точка **М** имеет координаты

широта – угол ψ, долгота – угол λ.

Система координат хорошо согласуется с кинематикой машины.

СРМ имеет корпус, состоящий из двух частей 1 и 2 (Рис. 1. 2), соединенных между собой хомутом 3, в сферической полости корпуса находятся три ротора. Центральный дисковый ротор 4 соединен с каждой стороны диаметральным шарниром с секторными роторами 5 и 6, оси вращения которых, пересекаются под углом 90° в центре камерообразующей сферы, при этом оси секторных роторов пересекаются под углом прецессии. Секторные роторы состоят из шарового сектора выполненного заодно с валами 7 и 8, которые установлены в полукорпуса в подшипниковых узлах с коренными подшипниками 9 и 10. Роторы образуют четыре камеры 11 и 12 (фиг.1) смежные секторному ротору 5 и камеры 13 и 14 (рис.2) смежные секторному ротору 6. Прецессия машины составляет 26°, объем одной камеры составляет одну седьмую объема камерообразующей сферы.

Впускные–выпускные каналы 15, 16, 17, 18 расположены попарно диаметрально противоположно в каждом полукорпусе. На рис. 3 показано сечение В–В по осям впускного-выпускного каналов 15 и 16, в момент смены циклов в рабочих камерах 11 и 12.

Диаметральный шарнир секторного ротора 5 и 6 имеет две полуоси 19, которые установлены на выступы секторного ротора и фиксируются штифтом 20 и болтом 21. Со стороны обращенной к центру сферы каждая полуось имеет цапфу. Цапфы находятся в расточках расположенных в выступе-мениске сферической формы 22. Мениск соосен камерообразующей сфере и является продолжением центрального ротора 4

Для обеспечения смазки и охлаждения роторного узла, секторные роторы имеют сквозные каналы 23. Каналы через полуоси менисковых шарниров сходятся в центре, образуя сквозной канал роторного узла, по которому прокачивается смазывающая-охлаждающая жидкость (СОЖ), основная масса которой, охлаждая роторы, отводится в теплообменник машины. Под действием давления и центробежных перегрузок, обеспечивающая смазку диаметральных шарниров СОЖ, перемещается к периферии, где скапливается в зазоре между дисковым ротором и камерообразующей поверхностью корпуса машины.

Для удаления СОЖ с периферии центрального ротора, корпус машины имеют маслосъемное щелевое дренажное устройство, расположенное в плоскости разъема полукорпусов 1 и 2. Устройство находится в секторе зоны сплошного перекрытия

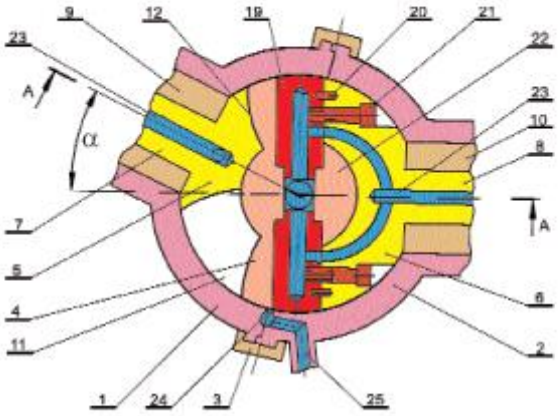


Рис. 1. Конструктивная схема СРМ, разрез по «0» меридиану.

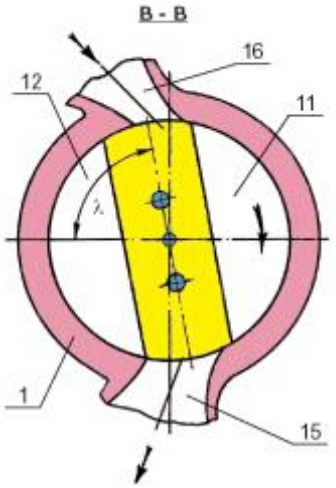


Рис. 3. Сечение СРМ по сопловым каналам.

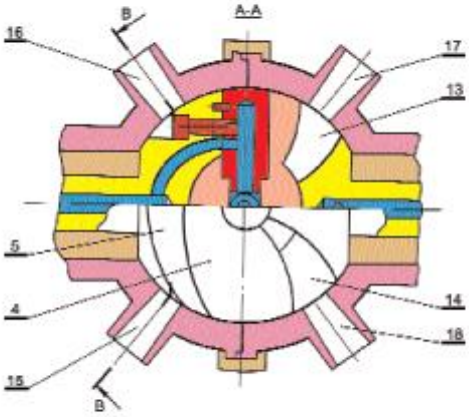


Рис. 2. Разрез по «90» меридиану.

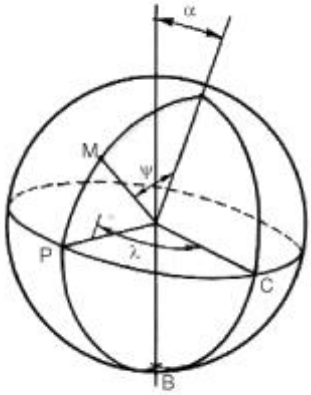


Рис. 4. Система координат СРМ.

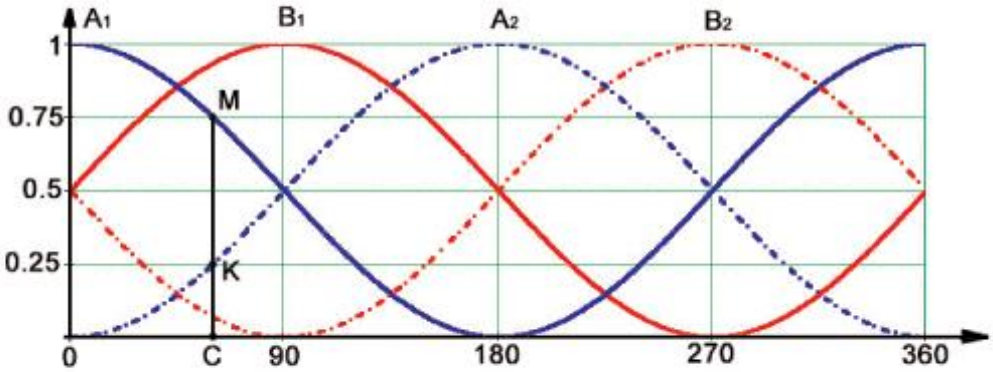


Рис. 5. Изменение объема в камерах СРМ.
MC + KC = const для любого положения роторов.
A_1, A_2 и B_1, B_2 – смежные камеры расширительных контуров A и B соответственно.

камерообразующей сферической полости центральным ротором при его прецессионном движении. Сектор зоны сплошного перекрытия расположен на экваторе, симметрично 180 меридиану. Устройство представляет собой щель на камерообразующей сферической поверхности, между кромками полукорпусов, которая образует секторный канал 24. В канале скапливается собранное щелевым устройством СОЖ и проникшее через зазоры рабочее тело, которые отводятся по дренажному каналу 25 в приемник системы смазки и охлаждения.

1.3 Описание работы СРМ.

Все роторы в машине совершают только вращательное движение, причем центральный ротор вращается относительно математической точки. Прецессионное движение центрального ротора относительно секторных роторов обуславливает гармоническое изменение объема рабочих камер СРМ возникающего при вращении роторного узла. Камеры 11 и 12, смежные секторному ротору 5 сообщаются с расположенными на полукорпусе 1 впускным 16 и выпускным 15 каналами и образуют расширительный контур «А». Камеры 13 и 14, смежные ротору 6, сообщаются с впускным 17 и выпускным 18 каналами полукорпуса 2, образуют контур «В». Смежные камеры контура «А» и «В» совершают по одному полному рабочему циклу за один оборот роторного узла, при этом они работают оппозиционно друг другу, так например, если камера 11 расширена и имеет наибольшей объем, то камера 12 взведена и имеет наименьший объем. Рабочие циклы камер в контурах сдвинуты между собой на 90°.Воспользуемся двухконтурной симметрией СРМ, описав процессы, происходящие в контуре «А».

Рассмотрим случай включения СРМ в режиме расширительной машины, а более конкретно – в режиме парового двигателя.

К впускным каналам 16 и 17 подводится горячий пар под давлением, - являющимся рабочим телом (РТ). Секторный ротор 5 контура «А» находится в положении смены рабочих циклов в смежных камерах. При дальнейшем повороте роторов, камера 11, с отработанным РТ, соединяется с каналом 15, в который происходит истечение РТ с одновременным уменьшением объема камеры. В тоже время взведенная камера 12 соединяется с каналом 16, происходит ее наддув (заполнение) РТ с одновременным увеличением ее объема. Давление РТ на камерообразующую поверхность центрального ротора 4 через полуось воспринимается секторным ротором 6, на котором возникает крутящий момент.

В конце рабочего цикла в камере 11 и 12, т.е. через 180° с начала описываемого процесса, происходит перекрытие каналов секторным ротором 5, с этого момента камеры, работая оппозиционно друг другу, меняются местами, и процесс рабочего цикла повторяется.

Тангенциальный наклон впускного канала ориентирует поток РТ в направлении вращения роторов. При этом, истекающее из сопла впускного канала РТ тормозится на секторном и центральном роторах создает дополнительный реактивный крутящий момент, характерный для лопаточных машин. При резком возрастании нагрузки доля компрессионной составляющей крутящего момента, характерного для объемных машин, резко возрастает, вместе со значительным ростом величины крутящего момента. Таким образом, СРМ может быть отнесена к машинам объемно-струйного типа.

В высокоскоростных машинах (10 – 20 тыс. об./мин., периферийной скоростью роторов 0,3 и более Маха) обтюрация (уплотнение) рабочих камер обеспечивается развитыми периферийными поверхностями роторов, при этом в малых зазорах отсутствует трение, а уплотнение камер является расходного типа с *микроударноволновой интерференцией в пограничном слое.*

На Рис.5 приведена диаграмма изменения объема рабочих камер, где А1, А2 и В1, В2 соответственно смежные камеры расширительного контура А и В. Из диаграммы следует, что при параллельном включении расширительных контуров через СРМ проходит неразрывная струя несжимаемого РТ на входе и на выходе с гармоническим ее перетеканием через расширительные контуры СРМ. Производительность СМР прямо пропорциональна скорости вращения роторов. СРМ имеет монотонный (постоянный) крутящий момент на валах роторов. СРМ не имеет «мертвых точек» характерных для поршневых машин.

1.4 Характеристики СРМ.

СРМ является машиной объемно-струйного типа (*объемной турбиной*).

От поршневых машин объемного действия СРМ наследует;
-объемный характер переноса РТ через рабочую зону;
-гидродинамическую развязку входного и выходного каналов;
-большой крутящий момент во всем диапазоне скоростей вращения роторов в различных режимах съема мощности и резкое его увеличение при возрастании нагрузки;
-реверсность и обратимость.

От роторно-поршневых машин
- автоматическая коммутация смены рабочих циклов в рабочих камерах,
-высокая тактность

От лопаточных турбинных машин СРМ наследует;
-вращательное движение статически и динамически сбалансированных роторов;
-высокую скорость вращения роторов и высокую производительность;
-монотонный характер прохождения РТ через машину;
-реактивную составляющую крутящего момента на роторах;
-малую инерционность и, как следствие, высокую разгонную динамику;
-отсутствие «мертвых точек» и монотонность крутящего момента;
-высокий механический КПД (95%);
-низкий уровень шумов и вибрации;
-легкий пуск в условиях эксплуатации при низких температурах.

Массивные роторы, монотонный характер нагрузок и симметричный характер тепловых нагрузок в СРМ, позволяет использовать новые конструкционные материалы, например, керамику, порошковые материалы, сведя процесс производства к высокоточному прессованию с минимумом финишных операций.

СРМ является конструктивно симметричной машиной. Имеет простую конструкцию, состоящую из пяти узловых деталей – двух полукорпусов и трех роторов, из которых полукорпуса и два секторных ротора являются соответственно технологически тождественными, а в ряде случаев исполнения СРМ полностью взаимозаменяемыми.

Совокупность перечисленных особенностей СРМ уникальна и не встречается ни в одном из известных механизмов. СРМ занимает особое место, наследуя положительные родовые признаки от поршневых и лопаточных машин.

СРМ является новым системообразующим механизмом – ***объемной турбиной***.

Сравним некоторые характеристики СРМ с характеристиками известных машин используемых в машиностроении, при этом сравнение учтем, что их мощность находится в пределах от нескольких десятков до 500 кВт в единичном агрегате. В виду большого количества вариантов машин в каждом классе, параметры, приведенные в таблице 5, являются приблизительными.

Если приведенные характеристики представить как матричный ряд характеристик системообразующих элементарных механизмов соответствующий уровню их развития на начала нового тысячелетия, то можно отметить, что СРМ имеет полное заполнение ряда. Разработка предлагаемой СРМ, с точки зрения истории развитья техники, является естественным и давно ожидаемым событием. СРМ наследует только сильные родовые признаки своих предшественников, демонстрирует устойчивую тенденцию улучшения характеристик по каждой позиции в отдельности и по всему ряду в целом.

Табл 5

Характеристика, параметр	признак	Тип системообразующего элементарного механизма			
		Поршневой	Роторный	Лопаточный	СРМ
Характер рабочего процесса	объемный	+	+	-	+
	струйный	-	-	+	+
Характер прохождения РТ через механизм	дискретный	+	+	-	+
	монотонный	-	-	+	+
Характер крутящего момента в силовом агрегате	импульсный	+	+	-	+
	монотонный	-	+	+	+
Эффективный скоростной диапазон (эластичность)	широкий	+	+	-	+
	узкий	-	-	+	-
Характер механических нагрузок	монотонный	-	+	+	+
	импульсный	-	+	-	+
Характер тепловых нагрузок	монотонный	-	+	+	+
	импульсный	+	+	-	+
Естественное (самодостаточное) газораспределения		-	+	+	+
Статическая и динамическая сбалансированность		низкая	средняя	Хор.	Хор.
Степень сжатия		20	10	1.0	10
Температура рабочих поверхностей °С		250	250	1150	1800
Температура °С /давление бар. теплоносителя в системе охлаждения		110/1,1	110/1,1	-	300/50
Обороты на валу основного агрегата(об./мин)		5600	2000	55000	20000
КПД механический		0.75-0.80	0.85-0.90	0.95-0.98	0.95
Удельный вес основного агрегата (кг/кВт)		0.7-0.8	0.6	0.5-0.7	0.3
Возможность использования композиционных материалов в том числе керамики		низкая	низкая	низкая	Хор.

В качестве примера рассмотрим СРМ – компрессор с диаметром камерообразующей сферы 600 мм., прецессией 26°, степень сжатия 3 и скоростью вращения роторов 600 об./мин.(объем РТ вытесняемый оборот роторов – 64,6 л), при этом объемная производительность машины составит 646 л/с или 5814 куб. м/час. Он сопоставим с винтовым компрессором, по объемной производительности, не требует впрыска большого количества технологической жидкости (обеспечивающей компрессию в винтовых компрессорах) и имеет значительно меньшую скорость вращения роторов, что исключает необходимость использования дорогостоящих повышающих редукторов, позволяя применить прямой привод от электродвигателей. Такой компрессор может быть использован для работы с легкими технологическими газами, в том числе в нефтегазоперерабатывающей отрасли в установках сжижения газа в качестве компрессора или детандера и на газопроводах в качестве перекачивающих, дозирующих машин.

СРМ-двигатель с диаметром камерообразующей сферы 100 мм, прецессией 26°, при скорости вращения роторов 20 тыс. об\мин, имеет объемную производительность 5200 л\мин (такую производительность имеет четырехтактный ДВС объемом 2 литра при 5200 об.\мин.)

СРМ-двигатель с диаметром камерообразующей сферы 200 мм., прецессией 26°, при скорости вращения роторов 12 тыс. об./мин имеет объемную производительность 478 л/с или 28700 л/мин.(1722 куб. м/час) и может быть использована в качестве парового двигателя... СРМ данного типоразмера может быть использована в режиме одноступенчатого приводного нагнетателя (компрессора) для ДВС объемом 2,5 литра с прямым приводом от коленчатого вала двигателя.

2. НИР-СРМ. *ГНЦ «ЦИАМ им. П.И.Баранова»*

2.1 Экспериментальные исследования

В 2006 году проведена НИР в ГНЦ «ЦИАМ им. П.И.Баранова». В результате которой установлена работоспособность и подтверждены заявленные характеристики СРМ.-

Основные характеристики СРМ-56.

- Диаметр камерообразующей сферы 56 мм.
- Угол прецессии ά=22°
- Объем СРМ-56 за один оборот ротора 42,5 см^3.
- Диаметр входных и выходных каналов СРМ-13 мм.
- Режим испытаний - дозирующий детандер с возможностью управления расходом.

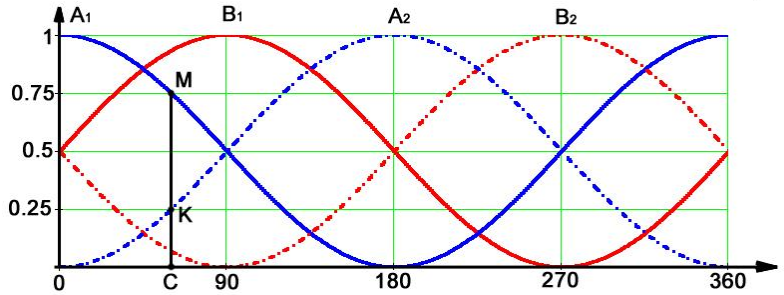
Оценка соответствия заявленных характеристик СРМ.

- По результатам испытаний СРМ-56 на стенде У-336 ЦИАМ сделана оценка соответствия заявленных характеристик СРМ и проведен анализ основных эксплуатационных характеристик и факторов конструктивной и технологической оптимизации разрабатываемого промышленного образца СРМ.

Оценка соответствия заявленных характеристик СРМ-56 проводилась по результатам испытаний и построения графиков основных параметров с последующим их анализом и идентификацией характерных признаков по известным типам машин, а также достигнутого уровня машиностроения по точности изготовления, материалам и комплектующим изделиям.

Давление на входе и выходе СРМ-56 регистрировалось датчиками давления дискретно со скважностью 0,3 секунды. На входе СРМ-56 разница в показаниях параметров одного режима (соседних точек) в среднем составляла 1-1,5%, что соответствует точности эксперимента. На выходе СРМ-56 разница в показаниях давления, также находилась в пределах точности эксперимента, при этом прослушивались обер-тона характерные для поршневых машин (за один оборот роторного узла в СРМ происходит четыре коммутации фазы «выхлопа»). Следует отметить, что относительно низкая модуляция «шумность» СРМ обусловлена кинематикой машины, когда в выпускной канал постоянно открыты две полости СРМ находящихся в разных фазах расширительного цикла, при этом объем камер постоянно уменьшается, что в совокупности, существенно снижает амплитуду модуляции по каналу «входа» и «выхлопа»и является конструктивно обусловленным естественным газораспределением СРМ.

Рис 1 Диаграмма рабочих фаз расширительных камер контуров А и В



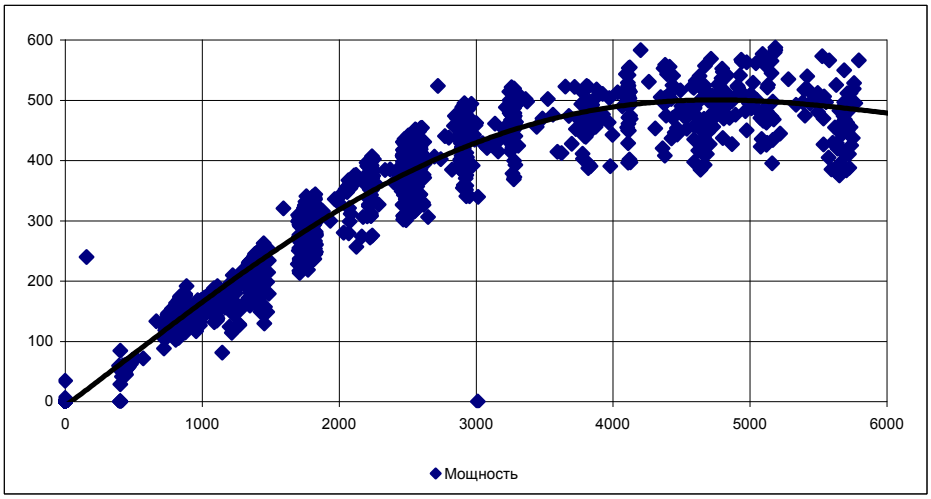
Следует отметить, что при испытании СРМ-56 в качестве насоса, проведенных в НПП «ЭГА» (в приложении стр.28), где перекачиваемое масло являлось не сжимаемым РТ

(рабочим телом), пульсаций потока во входном и выходном канале не наблюдалось , что также

свидетельствует о гармоническом дискретно-монотонном, объемно-струйном прохождении РТ через СРМ.

Характер прохождения РТ через СРМ определяет характер нагрузки в силовой кинематике машины, как монотонно-импульсный (пульсирующий) без смена направления нагрузки.

Рис 2 ЗАВИСИМОСТЬ ТОРМОЗНОЙ МОЩНОСТИ ОТ ОБОРОТОВ:



Из данной характеристики видно, что обороты при которых получена наибольшая мощность находятся в диапазоне 4000-5000 об/мин. Область наибольшей мощности может смещаться в зависимости от характеристик тормозящей нагрузки и давлений на входе и выходе СРМ-56. По внешнему виду характеристика напоминает аналогичную характеристику поршневых машин.

Повышение давления РТ на входе СРМ вызовет смещение максимума наибольшей мощности в область набольших оборотов. С ростом давления РТ, возрастет крутящий момент на валу СРМ.

Увеличение давления РТ может быть ограничено;

-нагрузками в радиальных шарнирах СРМ, - давление РТ до 50 бар, при котором нагрузки в шарнирах будут находиться на уровне нагрузок в шарнирах поршневых машин;

-динамическим пределом подшипников турельных валов – для типоразмера СРМ-56 ограничивается 22000-25000 об/мин.

Приведенная совокупность доминирующих факторов позволяет предположить, что снимаемая мощность с СРМ-56, при давлении РТ 50 бар и скорости вращения роторов 22000-25000 об/мин., может составить 10-12 кВт.

Модуляция дискретных значений мощности обусловлена типом тормозного генератора. В эксперименте использовался трехфазный генератор с диодным выпрямителем и независимой обмоткой возбуждения, модуляция по току которого составляет до 30%. Такое включение генератора обеспечивает минимальную инерционность нагрузки и отсутствие задержки и не линейных искажений в режимах разгона и торможения. Превышений указанных модуляций по токовой нагрузке не зарегистрировано, что свидетельствует о монотонности и постоянном характере крутящего момента свойственной для лопаточных турбин –машин струйного типа.

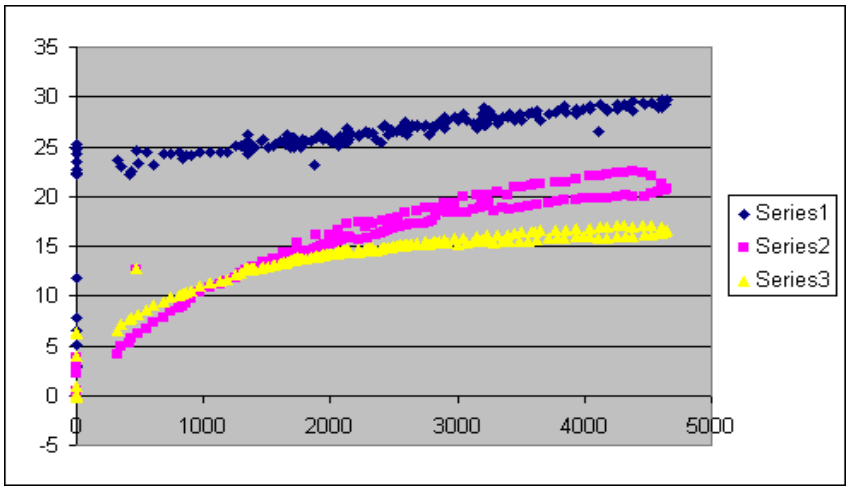
Из анализа графиков основных характеристик можно сделать вывод, что внешняя и дроссельные характеристики СРМ-56 аналогичны характеристикам поршневых машин, а характер рабочего процесса и характер прохождения РТ через механизм соответствуют заявленным характеристикам и являются по сути тождественными и зависимыми характеристиками СРМ, присущими ей, как признак нового типа машин.

Зазор между стенками камерообразующей полости и сферическими поверхностями роторов в СРМ-56 составлял 0,2 мм, что в четыре раза больше заявленного атором разработки, как средне-эфективным зазором. В режимах №1-9 пуск СРМ производился путем 3-5 секундного плавного открытия магистрального крана до полного давлении сжатого воздуха (РТ) при наибольшем тормозном моменте ограниченном током возбуждения 9-10Ампер. Начальная скорость вращения роторов составляла 300-500 об./мин. Показания расхода РТ на момент начала движения являются по сути характеристикой статического дросселирующего действия зазоров СРМ и может являться ее характеристикой. По мере повышения оборотов происходит «запирание» зазоров и связанное с этим повышение эффективности работы СРМ. Полное запираний при зазоре 0,2 мм и действующем крутящем моменте в СРМ 56 можно ожидать при 20000 об/мин, и может быть уточнено путем математического моделирования.

В режиме №10 СРМ-56 работала без активной нагрузки, обороты регулировались за счет изменения входного давления, при этом запирание зазоров наступило начиная с 2000 об./мин. Разница в показаниях расхода (при его нарастании и снижении) не велика.

Уменьшение зазора до 0,1% от диаметра камерообразующей сферы возможно в случае использования в подшипниковых узлах СРМ-56 подшипников качения не хуже второго класса точности с радиальным зазором 0,01мм, при этом область запирания зазоров расширится и эффективные режимы работы СРМ-56 сместятся в область 300-500 об./мин. Величина зазоров зависит от теплофизичеких параметров режимов работы СРМ и вписывается в область достигнутого уровня энергетического машиностроения, конструктивная возможность размещения в узловых деталях системы термостатирования коронарного типа с теплоносителем работающим под давлением, а также использованием протектирования камерообразующих поверхностей огнеупорными теплоизолирующими материалами, допускает возможность работы СРМ в огневых контурах энергетических установок с температурой РТ порядка 2000 С.

Рис 5



Зависимость расхода РТ(1), и вольт-амперной (2,3) характеристик от оборотов СРМ

2.2 **ЗАКЛЮЧЕНИЕ:**

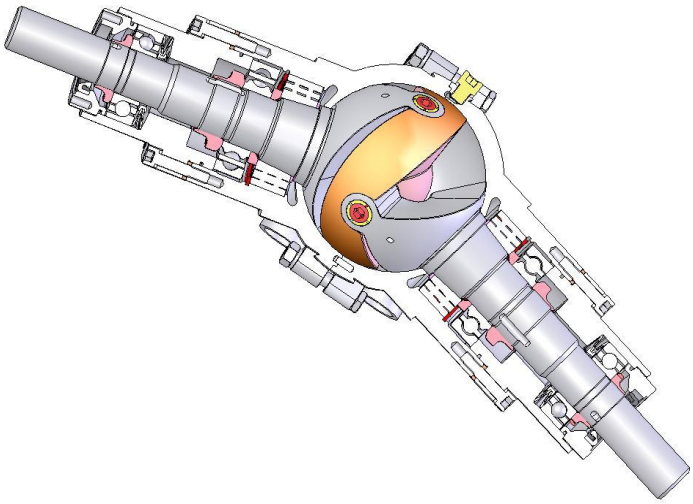
Представленная на испытания СРМ-56 имеет ограничения по давлению до 4,5 кг/см^2 и по частоте вращения выходного вала до 6000 об/мин из-за особенностей конструкции, малой прочности корпусных деталей, увеличенных зазоров в подшипниках и камерообразующих узловых деталях, динамической несбалансированности роторного узла. Для дальнейших опытно-конструкторских работ по данной тематике необходимо перейти на больший типоразмер (30-50 кВт) испытуемого образца с диаметром камерообразующей сферы 100 мм, что позволит оптимизировать конструкцию

машины, расширить параметрический диапазон до давлений порядка 50 кг/см^2 частоты вращения вала до 15000-20000 об/мин и получить более точные результаты.

2.3 Выводы.

- На базе промышленного образца СРМ-100 могут быть разработаны различные типы СРМ специального назначения:

- самовсасывающие насосы для перекачки жидких и пастообразных продуктов, в том числе дозирующие насосы в химической, нефтегазоперерабатывающей, пищевой, и т.д. промышленности;
- насосы водоснабжения для высотных зданий (100-300 этажей) с давлением 50-100бар., управляемой производительностью;
-счетчика расхода жидкости и газа;
-компрессоры аппаратов искусственной вентиляции легких, компрессоры рециркуляции газов в барокамерах промышленного и медицинского назначения;
-компрессоры технологических газов в промышленных установках;
-приводные нагнетатели ДВС;
-воздушные компрессоры одноступенчатые, многоступенчатые;
-компрессоры и детандеры холодильных установок;
-гидравлические, пневматические, паровые и прочие двигатели;
-периферийные приводы в робототехнических устройствах;
- По результатам исследований подготовлена конструкторская документация на унифицированный промышленный образец дозирующего детандера СРМ-100.



СРМ-100
Основные характеристики:
- Диаметр камерообразующей сферы 100 мм.
- Длинна СРМ (по валам) 400 мм.
- Масса 11 кг.
- Объем камер за один оборот 0.256 литра.
- Угол прецессии ά=26° .
- Максимальные обороты 18 000 об./ мин.
- Давление РТ 50 бар.
- Крутящий момент 250 Н.м.
- Максимальная мощность 110 кВт.

3.Квази-детонационный объемно-струйный двигатель(ДОС). «Перун»

3.1 Параметрическая и конструктивно-компоновочная классификация ДОС.

Предлагаемый квази-детонационный объемно-струйный двигатель (ДОС) является устройством закрытого типа, в котором зона приготовления горючей смеси, зона инициирования, реакторная и рабочая зоны имеют глубокую гидродинамическую развязку и, как следствие, создается возможность полного параметрического управления процессами происходящими в нем. В качестве основных агрегатов в ДОС используется сферическая роторная машина (СРМ) объемно-струйного типа, характеристики которой определяют характеристики ДОС

Технические характеристики СРМ

От поршневых машин объемного действия СРМ наследует;

- объемный характер переноса рабочего тела (РТ) и гидродинамическую развязку входной и выходной магистралей,
-большой крутящий момент во всем диапазоне скоростей вращения роторов в различных режимах съема мощности и резкое его увеличение при возрастании нагрузки;
-реверсность и обратимость,
-высокую узловую и агрегатную прочность и жесткость конструкции, обеспечивающую высокую устойчивость к воздействию внешних силовых факторов и агрегатную локализацию повреждений.

От роторно-поршневых машин;

– автоматическая коммутация смены рабочих циклов.

От лопаточных - турбинных машин СРМ наследует;

-вращательное движение статически и динамически сбалансированных роторов;
-высокую скорость вращения роторов и высокую производительность;
-монотонный характер прохождения РТ через машину;
-реактивную составляющую крутящего момента на роторах;
-малую инерционность и, как следствие, высокую разгонную динамику;
-отсутствие «мертвых точек» и монотонность крутящего момента;
-высокий механический КПД (95%), низкий уровень шумов и вибраций;
-легкий пуск и выход на рабочий режим в условиях эксплуатации при низких температурах.

СРМ является новым системообразующим механизмом, который по совокупности признаков можно назвать *объемной турбиной*.

Использование СРМ позволяет создать двигатели параметрически двух типов:

1.-Изобарные – ***объемно-струйные*** **(P=const.)**,- параметрический аналог газотурбинных двигателей (ГТД), в которых сжатый воздух и горючие подаются в камеру сгорания, где происходит сгорание топливовоздушной смеси:

2.-Изохорно-изобарный – ***квази-детонационные объемно-струйные*** **(P,V=const.)** в котором топливовоздушная смесь образуется, инициируется в фазе сжатия в камере выпускающего компрессора (параметрический аналог процесса происходящего в поршневых двигателях внутреннего сгорания (ДВС)), с последующим догоранием в реакторной зоне, состоящей из камеры сгорания и СРМ детандера огневого исполнения.

Из двух параметрических схем, схема построения ДОС (**P,V =const**.), представляется наиболее востребованной так, как топливовоздушная смесь инициируемая в фазе сжатия в камере выпускающего компрессора, что позволяет форсировать давление в реакторной зоне ДОС. Это качество существенно упрощает конструкцию двигателя, уменьшая размер компрессора и позволяет использовать различные типы горючего (от бензина до

топочного мазута). Полное сгорание топлива происходит в реакторной зоне ДОС. В форкамере выпускающего компрессора, распыляемое форсункой горючее, сгорает в квази-детонационном режиме (горение в зоне раздела области горючего и окислителя гетерогенной топливовоздушной смеси), при этом в форкамере сгорает от 5 до 15% топлива, в зависимости от режима работы двигателя. В реакторной зоне происходит гомогенизация (увеличение однородности) топливной смеси, так в камере сгорания сгорает 60%, а в детандере огневого исполнения 20% топлива, что обуславливает высокую экономичность и экологическую чистоту ДОС (не хуже дизельных двигателей).

Наличие гидродинамической развязки в реакторной зоне, обеспечивает возможность параметрического управления процессом сгорания топлива и исключает возможность «помпажа» характерного для газотурбинных двигателей.

Параметрическая схема построения ДОС (**P=const**.), может быть востребована в энергетических установках работающих на газообразном горючем, на пример, в автономных электростанциях работающих на природном газе.

Конструктивно-компоновочные схемы ДОС могут быть разнообразны, возможны несколько вариантов двигательных установок, отличающихся уровнем количественной и качественной интеграции СРМ в ДОС, а также в зависимости от критериев оптимизации и области их применения.

Конструктивно-компоновочная схема ДОС-ПЕРУН-1.

Рассмотри ДОС (**P=const**.) с высоким уровнем интеграции СРМ, в котором используется свойство двухконтурности СРМ. Конструктивная схема такого двигателя приведена на *рис.1*, назовем ее "Перун-1".

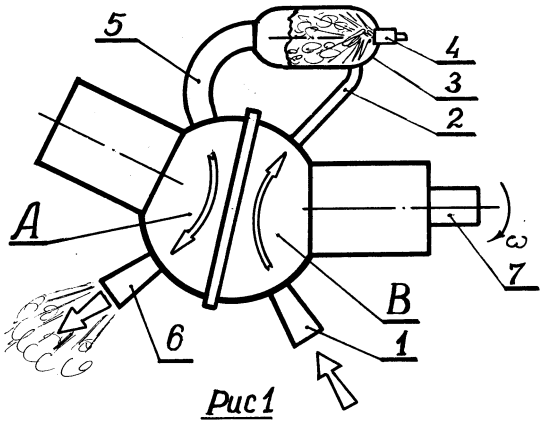


Рис1

В нем используется одна СРМ, две смежные камеры расширительного контура **А** работают в режиме двигателя, а смежные камеры контура **В** работают в режиме компрессора. Воздух, через впускной канал *1,* поступает в смежные камеры контура **В**. Сжатый в контуре **В** воздух, по магистрали *2* поступает в камеру сгорания *3,* в которую через форсунку *4* под давлением подается горючее. Из камеры сгорания образовавшееся в результате сгорания топлива рабочее тело (РТ) по горячей магистрали *5* поступает в расширительный контур **А**, где совершает работу расширения и истекает в выпускной канал *6*. Выделенная механическая мощность снимается с вала *7*.

В камере сгорания "Перун-1" процесс сгорания топлива происходит с некоторой пульсацией, обусловленной коммутацией рабочих циклов в смежных камерах расширительного контура **А** и **В.** Величина и характер пульсации зависит от конструктивных параметров элементов горячего тракта и скоростных режимов работы двигателя.

Конструктивно-компоновочная схема ДОС-ПЕРУН-2.

На *рис.2* изображен вариант принципиальной схемы ДОС (**P=const.**) «Перун 2». Предлагаемый двигатель состоит из двух СРМ, связанных между собой механически, например, через редуктор *1*, при этом СРМ *2* работает в режиме выделения механической мощности (детандера), а СРМ *3* в режиме компрессора - сжимающего и подающего воздух по магистрали высокого давления *4* в камеру сгорания *5*. В камеру сгорания через форсунку *6* под давлением подается горючее, где оно смешивается с воздухом и сгорает в нем, причем горение топлива происходит в стационарном режиме (аналогично ЖРД). Стационарный режим горения обеспечивает более полное сгорание топлива при предельно высокой температуре, что обуславливает генерацию рабочего тела (РТ) с высокой энергией и низкой токсичностью. Генерированное в камере сгорания РТ по горячей магистрали высокого давления *7* подводится к впускным - сопловым каналам СРМ детандера огневого исполнения, где оно расширяется в четырех камерах переменного объема, образованных в сферической полости тремя роторами СРМ и совершает механическую работу. Выделенная механическая мощность снимается с тихоходного вала редуктора *1*, при этом некоторое ее количество используется для привода СРМ - компрессора *3*. Отработанное РТ покидает СРМ по выпускному каналу *8* и подводится к газовой турбине турбокомпрессора *9*, где оно, обладая еще достаточной энергией, совершает работу сжатия воздуха, после чего истекает в выпускной канал *10*. Сжатый в турбокомпрессоре воздух поступает в промежуточный теплообменник *11*, где охлаждается и далее по магистрали среднего давления *12* подводится к впускным каналам компрессора высокого давления *3*.

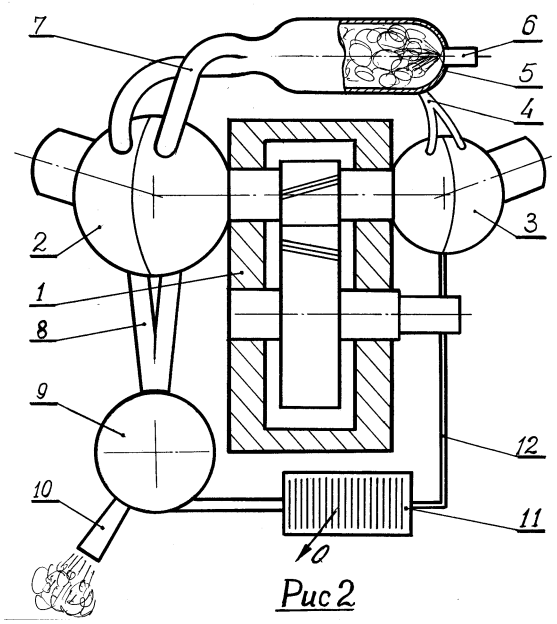


Рис 2

Представленные схемы «Перунов» являются однорежимными двигателями, для обеспечения многорежимности необходимо:

- в огневых СРМ - сопла горячих каналов снабдить механизмом, изменяющим их критическое сечение;
- на входе в канал забора воздуха - разместить диффузор управляющий расходом воздуха;
- исполнить камеру сгорания с возможностью изменения ее объема.

Нетрудно заметить, что принципиальная схема предлагаемого двигателя по существу аналогична ГТД и отличается тем, что вместо лопаточных турбин в качестве компрессора и огневой машины используется СРМ. При этом параметры процесса сгорания топлива (по давлению и температуре), конструкция компактной камеры сгорания, а также технологии и средства по теплозащите камеры сгорания и огневой СРМ, тождественны технологии ЖРД.

В камере сгорания и в камерах расширительных контуров огневой СРМ температура поверхности стенок может составлять 800–1800°С. Теплозащита обеспечивается за счет протектирования поверхностей жаростойким материалом, например керамикой, ниобием. Теплоотвод осуществляется комбинированной системой охлаждения коронарного типа, в которой теплоноситель, например вода, может находиться под давлением с температурой на выходе из горячего контура до 300 °С.

Предлагаемый двигатель имеет полный набор периферийных систем, узлов и агрегатов, обслуживающих описанный рабочий цикл и использующихся в ГТД и ДВС (системы смазки и охлаждения, стартеры и зажигание, топливные аппараты и насосы, и т.д. могут быть заимствованы от серийных двигателей и интегрированы в «Перун»).

Редукторная схема "Перун 2" позволяет разместить на одном редукторе несколько элементарных двигателей, которые являются конструктивной связкой двух СРМ (огневой и компрессорной), образующих единичный силовой контур (СК) двигательной установки (ДУ). Простое увеличение количества СК придает "Перуну" новое качество - возможность управления "литровой мощностью" и ресурсом двигателя при одновременном резком увеличении надежности ДУ в целом. Так, в режиме максимальной мощности (взлетный режим с полной нагрузкой) запускаются все СК "Перуна". При полете на крейсерском режиме часть СК выключается и выводится в режим ожидания. Неработающие, но подключенные к прогретой системе охлаждения "Перуна" резервные СК могут быть запущены и выведены за 5-8 секунд на режим 50% мощности с последующим подключением к главному редуктору. Единичная мощность СК определяется из условия минимальной потребной мощности необходимой для продолжения полета и совершения посадки. Замена выработавших свой летный ресурс или аварийных СК может осуществляться специализированными мобильными бригадами вне условий ремонтных заводов.

Инвариантность "Перуна" не ограничивается приведенными схемами.

Для этапа создания двигателя-прототипа более удобной является многоконтурная схема «Перун-2», позволяющая компоновать агрегаты, обеспечивающие работу различных вариантов исполнения СК в компактном виде, в составе главного редуктора. «Перун-2» имеет более стабильные характеристики процессов в горячем газовом тракте и монотонный характер нагрузок в узлах и агрегатах двигателя, что также делает его более удобным в отработке.

Конструктивно-компоновочная двух уровневая схема ДОС-ПЕРУН-3.

Двигатель ДОС исполняется по двух уровневой (аналог - двух вальной ГТД), многоконтурной схеме, изображенной на рис.3. Первый уровень двигателя образуют два-три первичных (элементарных) силовых контуров по схеме ДОС – ПЕРУН-2 включенных по огневому газодинамическому тракту параллельно на вторичный силовой контур, который состоит из одной СРМ – детандера огневого исполнения (СРМ второго уровня).

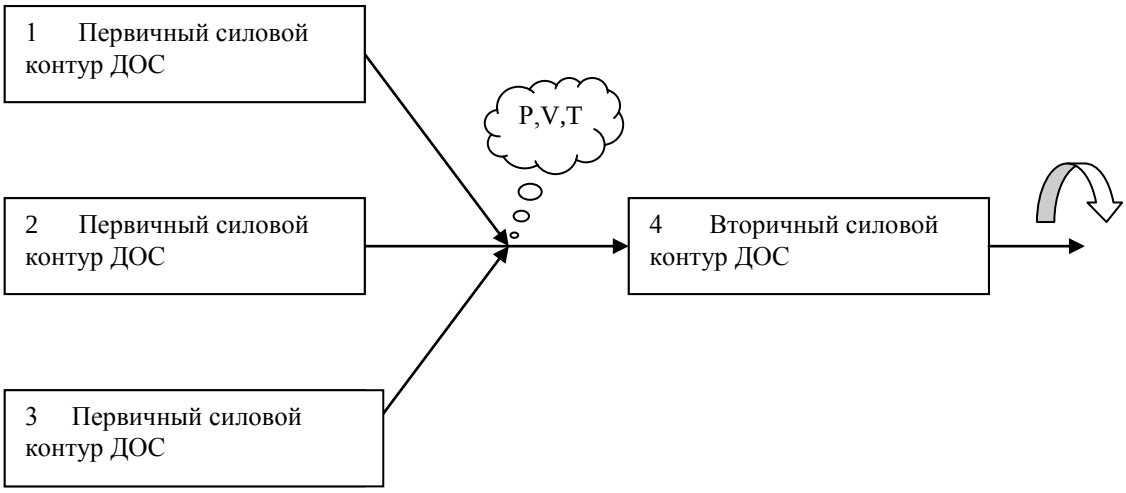


Рис.3

Элементарный ДОС состоит из кинематически и газодинамически связанных между собой; СРМ воздушного компрессора, СРМ детандера огневого исполнения. Рабочий цикл ДОС обеспечивают; автономные системы смазки и охлаждения, а также системы стартерного пуска и пусковой инициации топливной смеси. СРМ детандер огневого исполнения производит необходимую мощность для привода агрегатов элементарного ДОС первого уровня и генерирует в огневой тракт второго уровня высокотемпературное рабочее тело, обеспечивающее привод силовой СРМ второго уровня.

Вторичный силовой контур состоит из; одной СРМ – детандера огневого исполнения, автономных систем смазки и охлаждения. Один из валов СРМ , например, приводит в движение электрогенератор ТЭС. Возможность выбора размера СРМ второго уровня позволяет использовать двигатель для прямого привода электрогенератора или иного потребителя механической энергии.

Установка имеет моноблочную конструкцию, в которой все компоненты установлены на одном стапеле.

Многоконтурность первого уровня двигательной установки позволяет управлять «литровой» мощностью и ресурсом установки, обеспечивает высокую топливную эффективность работы ТЭС в широком диапазоне режимов потребления мощности.

Приведенные конструктивно-компоновочные схемы ДОС особенно привлекательны в варианте ***квази-детонационного объемно-струйного*** **(P,V =const.)** исполнения ДОС. Такие двигатели имеют наилучшие характеристики, а в варианте двух уровневого исполнения по характеристике перегрузочной способности и разгонной динамики превосходят все типы тепловых двигателей

.

Характеристики ДОС

От ДВС наследует;

-большой крутящий момент в широком диапазоне скоростей вращения роторов в различных режимах съема мощности и резкое его увеличение при возрастании нагрузки (внешние дроссельные характеристики);

-высокий КПД;

-высокую узловую и агрегатную прочность и жесткость конструкции, обеспечивающую высокую устойчивость к воздействию внешних силовых факторов и агрегатную локализацию повреждений.

От ГТД наследует;

- низкий уровень шумов и вибраций;

- высокую скорость вращения и высокую производительность;
- монотонный (равномерный) крутящий момент;
- облегчённый пуск в условиях эксплуатации при пониженных температурах.

От ЖРД наследует;
- высокую экологическую чистоту EURO-5;
- возможность работы на любом жидком и газообразном топливе;
- малую инерционность и высокую разгонную динамику.

Оригинальные для ДОС;
- возможность управления литровой мощностью и ресурсом;
- высокую живучесть и надежность:
- высокую агрегатную ремонтопригодность в полевых условиях.

Совокупность вышеуказанных характеристик ДОС «Перун» не встречается ни в одном из существующих в мире двигателей. Производство ДОС возможно на достигнутом уровне науки и технологии.

Область применения ДОС.

Область применения ДОС обширна и совпадает с областью применения ДВС:
- Автотракторная техника всех видов:
- Железнодорожный транспорт:
-Водный транспорт:
- Авиация:
-Автономные мобильные электротепловые станции мощностью до 10.000 кВт.

3.2 Автономные электростанции.

Автономные электростанции модельного ряда 100, 200, 300, 400, 600…до 10.000 кВт оснащаются многоконтурной двухуровневой силовой установкой ДОС« ПЕРУН -3»в которой каждый силовой контур (СК) первого уровня является квази-детонационным объемно-струйным двигателем **(P,V =const.)**. Станция может иметь силовую установку состоящую из 1,2, 3, и более силовых контуров первого уровня

Так, например, электростанция номинальной мощности 1000 кВт имеющая трех - контурную силовую установку может при работе одного СК первого уровня производить электроэнергию до 100 кВт, и с ростом нагрузки последовательно автоматически включать остальные СК. Включение и отключение СК может производиться автоматически в зависимости от переменного характера потребления энергии. Многоконтурная конструкция силовой установки позволяет изменять «литровую» мощность станции, обеспечивая ее высокую топливную эффективность во всем диапазоне мощностей. Экономится не только топливо но и моторесурс станции, так, каждый СК снабжен счетчиком мото-часов, это позволяет контролировать и управлять ресурсом каждого СК и существенно увеличить моторесурс электростанции в целом.

Многоконтурная конструкция силовой установки позволяет производить плановую или аварийную замену СК первого уровня простым демонтажем отработавшего свой ресурс СК на новый. Для электростанций специального назначения, работающих без остановки непрерывно по условию потребителя (госпитали, радиостанции, транспортные средства и т.д.), возможно исполнение силовой установки позволяющей замену СК на работающей станции.

Один или несколько СК могут постоянно находиться в резерве, обеспечивая безаварийную работу электростанции. Возможны режимы работы электростанции, когда из трех СК постоянно работает только один, а каждый следующий включается в работу после выработки ресурса предыдущего. Такое последовательное включение и выработка ресурса

СК целесообразно в ряде случаев, например на объектах с большой автономностью и удаленностью (экспедиции, автоматические станции различного назначения и т.п.).

Силовые установки на базе ДОС-ПЕРУН-3 могут работать на любом топливе (газ, керосин, Д.Т., спирты и т.п.), что, например, позволяет электростанции работать на магистральном газ, как основном топливе и в случае его аварийного отключения без остановки переключаться на резервное топливо, например керосин.

Габариты и масса электростанций в зависимости от варианта их исполнения в два раз меньше традиционных дизель-электростанций. Это особенно важно для удаленных районов (крайнего севера), когда затраты на хранение и транспортные расходы становятся сопоставимыми с ценой доставляемого груза.

Топливная эффективность электростанций не хуже эффективности дизель-электростанций а в режимах средней и малой мощности потребления энергии существенно на 20-30 % превосходит их (не только по топливу, но и по амортизационным отчислениям за счет экономии ресурса СУ). Цена «киловатта» мощности установки в простейшем исполнении такая же, как и у дизель электростанций сопоставимой мощности.

Предлагаемые автономные электростанции являются прототипами мобильных энергетических установок для транспорта.

3.3 КПД Двигателя «Перунъ»

1. Термодинамика цикла

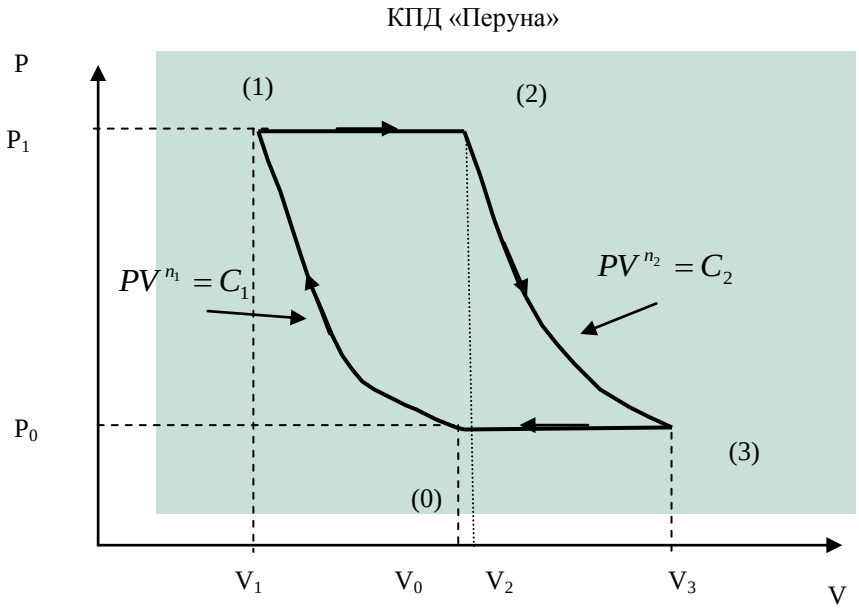


Рис. Цикл «Перун»'а в координатах P,V

Выражение для КПД имеет вид:

$$\eta_t = \frac{A_{01} + A_{12} + A_{23} + A_{30}}{Q_{12}},$$

Обозначим

$n_1=m;\ n_2=l$.

Уравнение состояния для 1 кг-моля газа: $PV=RT$ ➔ $C_i=p^{1-m}\,V^m R^m$;

Вычислим

$$A_{01}=\int_0^1 pdV=\int_0^1\frac{C_1dV}{V^m}=\frac{C_1}{1-m}(V_1^{\,1-m}-V_0^{\,1-m})=\frac{p_0^{1-m}T_0^{\,m}R^mR^{1-m}}{1-m}(\frac{T_1^{1-m}}{p_1^{1-m}}-\frac{T_0^{1-m}}{p_0^{1-m}})=$$

$$=\frac{T_0^{\,m}R}{1-m}[T_0^{1-m}(\frac{p_0}{p_1})^{\frac{1-m}{m}}-T_0^{1-m}]=\frac{RT_0}{m-1}[1-(\frac{p_1}{p_0})^{\frac{m-1}{m}}]$$

$$A_{12}=\int_1^2 pdV=p_1(V_2-V_1)=R(T_2-T_1)=R[T_2-T_0(\frac{p_1}{p_0})^{\frac{m-1}{m}}]$$

$$Q_{12}=c_p(T_2-T_1)=\frac{k}{k-1}[T_2-T_0(\frac{p_1}{p_0})^{\frac{k-1}{k}}]$$

Рассматривая аналогично участки цикла 2-3 и 3-0, и, обозначая,

$$\pi=\frac{p_1}{p_0}\ ;\ \ k_1=\frac{k-1}{k};k_2=\frac{1}{k_1}\ ;\ m_1=\frac{m-1}{m};m_2=\frac{1}{m_1}\ ;\ \ l_1=\frac{l-1}{l};l_2=\frac{1}{l_1}$$

получаем

$$\eta_t=\frac{\frac{T_0}{m-1}[1-\pi^{m_1}]+T_2-T_0\pi^{m_1}+\frac{T_2}{l-1}(1-\pi^{-l_1})-T_2\pi^{-l_1}+T_0}{\frac{k}{k-1}(T_2-T_0\pi^{k_1})}\ \rightarrow$$

(1) $$\eta_t=\frac{m_2T_0[1-\pi^{m_1}]+l_2T_2(1-\pi^{-l_1})}{k_2(T_2-T_0\pi^{k_1})}$$

При полностью адиабатическом процессе без смены теплофизических свойств газа ($m=l=k$) имеем

(1.1) $$\eta_t=\frac{T_0[1-\pi^{k_1}]+T_2(1-\pi^{-k_1})}{T_2-T_0\pi^{k_1}}=1-\pi^{-k_1}\ ,$$

что совпадает с результатом из [1].

Так, при $\pi=15$ величина η_t , рассчитанная по формуле (1.1), равна **0,54**.

2. Учет возможных потерь.

Выражение для показателей политроп даются формулами из [2], стр. 41,47:

(2) $m = \dfrac{k}{\eta_{k.ад}}$,

(3) $l = \dfrac{k}{\eta_{т.ад}}$

где $\eta_{к.ад}$, $\eta_{т.ад}$ – адиабатические КПД компрессора и турбины соответственно.

При оценке $\eta_{т\ (к,кс).ад}$ считается, что в проточной части Перун'а реализуются следующие потери:

а) в «турбинном» тракте: потери в радиальном зазоре (РЗ) + обусловленные трением

а1) Для оценки потерь в РЗ воспользуемся формулой:

$$(4)\ \Delta\eta_{т.ад} = 0.02(\Delta\bar{S})^{0.8},$$

где $\Delta\bar{S}$ – площадь радиального зазора в % от площади поперечного сечения проточной части ГТ [3]. Принимая величину зазора ΔR = 0,2 мм, радиус внешнего обвода проточной части R_1= 30 мм, внутреннего – R_2= 15 мм, получаем

$$\Delta\bar{S} \approx \frac{200R_1\Delta R}{R_1^2 - R_2^2} = 1{,}8 \rightarrow \Delta\eta_{т.ад} = 0{,}03$$

а2) потери на трение примем равными 0,03 [4].

Следовательно, КПД «турбины» Перун'а оценивается, как равный $\eta_{т.ад}$ =0,94 ➔ $l=1{,}41$ ($k_T=1{,}33$)

б) в камере сгорания теряется 0,04 % полного давления ➔ степень расширения в «турбинном» тракте следует уменьшить в 0,96 раз.

в) в «компрессорном» тракте: потери в радиальном зазоре (РЗ) + обусловленные трением. Считаем, что

$\eta_{к.ад} \approx \eta_{т.ад}$ = 0,94 ➔ $m \approx 1{,}47$ ($k_k=1{,}4$)

Кроме того, учтем, что механический КПД Перун'а равен 0,95.

Собирая все полученные результаты (с введением потерь полного давления в степени сжатия и расширения), получим

$$(5),\ \eta_t = \eta_{мех}\frac{m_2T_0[1-\pi_k^{\ m_1}] + l_2T_2(1-\pi_T^{\ -l_1})}{k_2(T_2 - T_0\pi^{k_1})}$$

где $k = \dfrac{k_k + k_T}{2}$

Проведя расчет по формуле (5) получим, что при $T_0=300$ К, $T_2=1700$ К , $\pi=15$ η_t равен **0,41**.

Литература

1. Б. М. Яворский, А. А. Детлаф. Справочник по физике. Изд-во «Наука», М., 1965, 848 с.

2. В. Х. Абианц Теория авиационных газовых турбин. Гос. Изд-во. Оборонной промышл., М., 1953, 217 с.

3. К. М. Попов, М. Х. Мухтаров, Л. И. Киселев, И. В .Сафроньев «Влияние радиального зазора и бандажирования рабочих лопаток на потери к.п.д. в высоконагруженных охлаждаемых турбинах». Тр. ЦИАМ № 911.

4. К. В. Холщевников, О. Н. Емин. Выбор параметров и расчет газовой турбины. Оборонгиз М, 1958, 104 с.

НПО «САТУРН» Осипов И.Л.

3.4 Критерии эффективности «ДОС-Перун».

Разрабатываемый двигатель должен отвечать четырем критериям эффективности (КЭ) – техническому, экономическому, коммерческому и гуманитарному:

-Технический КЭ зависит от параметров двигателя, его схемы и технологии изготовления, учитывает мощность, удельную массу и объем двигателя, его КПД на различных режимах съема мощности, удельный расход и тип используемого топлива, стоимость его серийного производства и возможность использования в различных областях техники.

Основные технические характеристики, приведенные в *табл. 6,* свидетельствуют об устойчивой тенденции улучшения параметрических характеристик нового двигателя в сравнение с ДВС. Его схема аналогична ТВГТД и находится в разработке более 50 лет. Технологии, используемые в новом двигателе, доступны и широко применяются в производстве авиационных ГТД и ЖРД. Эластичные характеристики двигателя позволяют в рамках одного типоразмера СРМ создать семейство двигателей различной мощности и назначения, конструктивно отличающихся особенностями горячего тракта и компоновкой главного редуктора. Высокая стоимость одного кВт (100 долларов США) авиационной ДУ и практически полное отсутствие отечественных двигателей для легкомоторной авиации создают условия бесконфликтного вхождения нового двигателя в Российский рынок.

-Экономический КЭ. Внедрение нового двигателя, имеющего существенно меньшие размеры и вес, чем используемые ныне в легкомоторной авиации ДВС, позволит создать более легкие и компактные самолеты без снижения их динамической и эксплуатационных характеристик. Возможность использования доступных типов топлива (бензин, керосин, ДТ), а также улучшение характеристик экономичности существенно упрощает и удешевляет внедрение и эксплуатацию легкомоторной авиации, способствует увеличению объемов производства и продаж самолетов.

Не имеющая аналогов высокая надежность «Перуна» в варианте многоконтурного исполнения ставит новый двигатель вне конкуренции, только этим оправдывая даже более высокие цены, характерные для периода начала серийного производства.

-Коммерческий КЭ позволяет оценить достоинства двигателя, если целью является увеличение вложенного капитала. Таким критерием является максимальная прибыль, быстрота окупаемости, уровень востребованности и степень риска.

На этапе разработки должно быть привлечено «материнское» предприятие – носитель двух технологий - проектирования и производства ТВГТД и ЖРД.

Снижению коммерческого риска и повышению продуктивности проекта способствует высокая узловая интеграция СРМ. Так, огневая СРМ и СРМ-компрессор, разрабатываемые в рамках создания двигателя «Перун», обладающие уникальными характеристиками, будут востребованы в областях применения поршневых и роторных машин.

СРМ является системообразующим механизмом, каждая из областей ее применения

является самодостаточной для достижения коммерческого успеха.

Предлагаемый двигатель не имеет аналогов в мире, соответствует *шестому технологическому укладу* экономики. ДОС, обладает ярко выраженной *мультипликативностью*, обуславливающей, с одной стороны, возможность быстрого внедрения новейших технологий, а с другой стороны, создает предпосылки для разработок новой техники.

-Гуманистический КЭ может способствовать удовлетворению упомянутых требований как для выбора оптимальной перспективы развития тепловых двигателей, так и для максимального обеспечения интересов современного человека и его потомков.

«Перун» хорошо вписывается в историю развития тепловых двигателей. Он наследует от каждого из своих предшественников только лучшие родовые признаки, отвечает постоянно растущим требованиям по экологической чистоте и экономичности. Ресурс Земли исчерпаем – это обстоятельство является главным фактором, влияющим на структуру энерготехнологий настоящего времени. Ежегодно производимые 40 миллионов двигателей внутреннего сгорания вносят свой весомый вклад в изменения происходящие на Земле.

Стабилизирующим фактором в экономическом развитии любой страны является перспектива освоения и постоянного совершенствования техносферы. Разработка предлагаемой тематики создаст предпосылки для выхода на новый уровень совершенствования техники. СРМ, являясь системообразующей машиной, создает предпосылки для улучшения характеристик окружающей нас техники, снижения металлоемкости и энергозатрат на ее производство. Изменение техносферы как системы можно интерпретировать как изменение ее энтропии – ускоряющего и организующего фактора развития, затрагивающего, в первую очередь, самый ресурсоемкий и значимый сектор – энерготехнологий. Создание двигателя первого поколения с использованием материалов и технологий настоящего времени предопределит активизацию новых концептуальных проектов, прежде всего в авиации и на транспорте. Разработка и создание двигателей следующих поколений потребует прямого или косвенного участия практически всех наукоемких направлений, обеспечивающих интересы и потребности машиностроения.

Начав разговор просто о новом двигателе, мы затронули самый ресурсоемкий и значимый вопрос, связанный с развитием земной цивилизации - качественное изменение техносферы планеты. Потенциальные возможности конструктивной схемы «Перуна» превышают в десятки раз объемно-габаритные характеристики современных ДВС и могу быть реализованы в машинах третьего или четвертого поколения через 10-15 лет с начала разработки. На ближайшие обозримые 20 лет, эта отрасль станет самой динамичной и продуктивной, превзойдя по стабильности и темпам роста компьютерный бум этого столетия, так как главной мотивацией процесса является сохранение и рациональное использование не возобновляемых ресурсов Земли.

Реализацию и продвижение
проекта ведет ОАО «МБКИ».
По всем вопросам сотрудничества
связывайтесь с нашими менеджерами
e-mail: info@ieci.ru
http://www.ieci.ru