

Микродвигатель SCORPIO S33-2.5

Микродвигатель SCORPIO- S-33-2,5 разработан ведущим инженером кафедры КиПДЛА СГАУ, мастером спорта международного класса России Сычуговым Сергеем Юрьевичем, для использования в качестве силовой установки, как специальный двигатель скоростных кордовых авиа, авто, судомоделей.



SCORPIO- S-33-2,5 представляет собой двухтактный, одноцилиндровый двигатель внутреннего сгорания воздушного охлаждения с зажиганием ТВС от калильной свечи, с резонансной настроенной выхлопной трубой. Рабочий объем двигателя 2,47 куб.см., диаметр цилиндра 15 мм, ход поршня 14 мм.

Резонансная труба по принципу работы напоминает ПВРД, где ударная волна, создаваемая в начале выхлопа, помогает очистке цилиндра от сгоревших газов и улучшает наполнение цилиндра свежей ТВС. Эффект «дозорыда» зависит от геометрии трубы, ее объема и настройки на определенные обороты двигателя. Калильная свеча представляет собой сменный модуль, изготовленный на базе головки-свечи ГСК-1 (производства СССР), с платиноиридиевой спиралью, прикрепленной к корпусу и изолированному сердечнику. Описанный выше модуль завершает камеру сгорания. Во время запуска спираль разогревается от автономного аккумулятора (1,5-2 вольта). После запуска двигателя, источник питания отключается. Спираль остается раскаленной благодаря ее оптимальной теплоемкости и высокой температуре сгорания ТВС.

Подготовка ТВС осуществляется во входном устройстве, представляющим собой сопло, в узком сечении которого установлен

«питатель», соединенный с регулируемой иглой подачи топлива - жиклером. Всасывание ТВС в картер осуществляется через соосное отверстие коленвала, опирающегося на два шарикоподшипника и имеющего всасывающее окно в его стенке. Управляющие кромки окна обеспечивают несимметричность фазы всасывания, оптимизируя наполнение ТВС картера на расчетных оборотах. Фазы всасывания подобраны экспериментально.

Картер двигателя моноблочный, выполнен методом литья в металлический кокиль, из жаростойкого алюминиевого сплава АК-4-1, с последующей термообработкой. Полости перепускных каналов и выхлопного патрубка сформированы при литье с помощью металлических разборных стержней. Полости всасывающего тракта - с помощью графитовых разрушаемых стержней, изготовленных механическим путем. Задняя стенка картера изготавливается из прибыли литника, после отделения ее от заготовки картера.

Крепление двигателя осуществляется через четыре разнесенные лапки, расположенные в задней части картера и в зоне переднего подшипника, через отверстия в них, с помощью стальных призонных болтов М3х0,5.

Выхлопной патрубок имеет уплотнение из жаростойкой силиконовой резины, обеспечивая телескопическое теплоизоляционное соединение с резонансной трубой и защелку для ее осевой фиксации.

Отбор мощности осуществляется через хвостовик коленвала ф 6-0,01 через разрезную цангу и опорную шайбу на воздушный винт, при его затяжке спецгайкой. Узел крепления винта капотируется разборным металлическим коком.



Цилиндропоршневая группа состоит из: бронзовой, покрытой внутри хромом, гильзы доведенной до определенного профиля, с пятью продувочными и одним выхлопным каналами (петлевая продувка Шнюрле); пустотелого поршневого пальца (Р6М5, HRC 63); шатуна со сквозным отверстием вдоль его тела, для обеспечения смазки пальца и втулками скольжения из антифрикционного материала; поршня из высококремнистого алюминиевого порошкового сплава САС 1-400 со стопорными кольцами, фиксирующими палец. Материалы гильзы и поршня обеспечивают достаточно стабильный зазор в этой паре в диапазоне рабочих температур двигателя (150-250 градусов С). Коленвал консольного типа изготовлен из стали Р6М5 и HRC63-65, динамически уравновешен. Дорожка качения коренного подшипника шлифована на теле вала.

Первые испытания двигателя SCORPIO-S-33-2,5 были проведены в июне-августе 1995 года на скоростных кордовых глиссерах (территория острова Проран). В первых же тренировочных заездах был установлен рекорд скорости для моделей этого класса, превышающий норматив МСМК на 50 км/ч. Впервые двигатель SCORPIO-S-33-2,5 дебютировал на международном турнире в Болгарии, где Тимохин Л., выполнил норматив мастера спорта России в классе скоростных глиссеров. 1996 год – второй международный турнир в Болгарии - Сычугов С. - первое место среди сеньоров, Бутовченко Ю. - первое место среди юниоров. 1997 год – чемпионат мира в Болгарии - Бутовченко Ю. - бронзовый призер среди юниоров. В этом же году на чемпионате России Бутовченко Ю. и Верхошенцев А. выполнили норматив мастера спорта России с результатом – 240 км/ч. Тимохин Л., Сычугов С. выполнили норматив МС МК России в 1997 г.. 1998 год – кубок Европы-Азии – Сычугов С. - сеньоры-бронзовый призер, Щербаков Р. – юниоры – Чемпион Европы-Азии. В 2009 году SCORPIO- S-33-2,5 эксплуатировался на скоростных кордовых авиамоделях F-2-A, где Казачкова Д. среди юниоров, при непосредственном участии Казачкова И., стала обладателем гранта президента Р.Ф.

В 2010 году двигателями SCORPIO- S-33-2,5 5 были оснащены модели класса В-1 для участия команды города Самары на чемпионате России и в первенстве России по судомодельному спорту, где было занято третье командное место.

В 2012 году двигатель SCORPIO- S-33-2,5 демонстрировался на выставке ВВЦ «Двигатели России», а студент группы 2302 СГАУ Митковский К. представлял его на чемпионате России по судомодельному

спорту в городе Брянск, где стал номинантом на получение гранта президента Р.Ф.

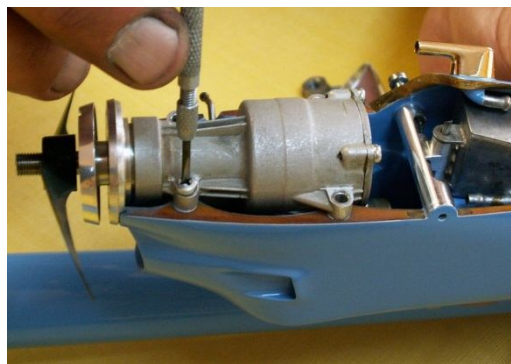
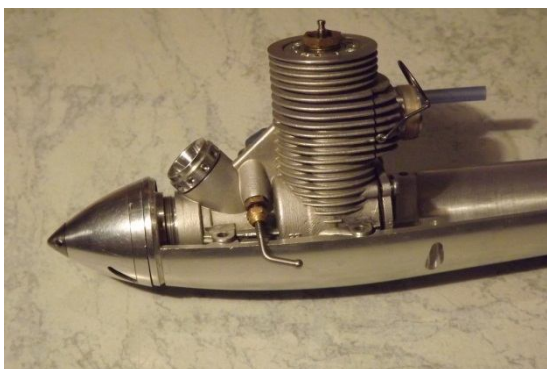
К сожалению, с начала 2000 года из-за отсутствия финансирования работы по совершенствованию, производству и испытаниям двигателя были приостановлены.

Анализ тренировок и соревнований при эксплуатации двигателя SCORPIO- S-33-2,5 позволяет выявить основные требования к нему, обеспечивая максимальную мощность, удовлетворительный ресурс и безопасность эксплуатации:

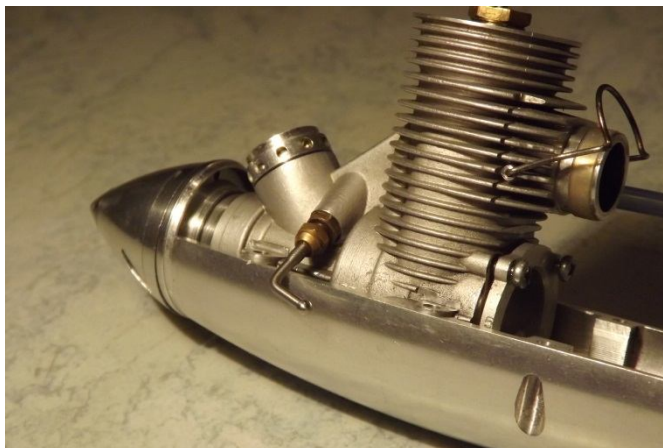
- снижение трения во всех узлах, что ведет за собой снижение тепловыделения;
- тщательный подбор материалов с целью снижения трения и предотвращение условий возникновения сухого трения;
- обеспечение охлаждения мест с повышенным выделением тепла: головок шатуна, подшипников, поршня и гильзы, камеры сгорания;
- снижение термической и динамической деформации деталей;
- обеспечение безопасного и удобного регулирования подачи топлива на старте.

Отличительные особенности конструкции

1. Установочные плоскости лапок крепления проходят симметрично относительно оси коленвала. Это дает равно-выгодные условия установки на модели разных классов, как в поддон (авиамоделей) вверх цилиндром, так и непосредственно в фюзеляж – мотогондоллу (судомодели) вниз цилиндром, что исключает поддон как промежуточный элемент (снижение веса).



2. Ось жиклера с регулировочной иглой подачи топлива проходит через плоскость разъема мотогондолы, что упрощает ее конструкцию и дает возможность непосредственного регулирования иглой на старте.



3. Входное устройство состоит из двух деталей:

- установленного на резьбе диффузора;
- сменной поджимаемой расходной шайбы с питателем.



Жиклер же устанавливается независимо, что повышает надежность и удобство эксплуатации.

4. Напротив входного устройства картер имеет прилив, который может быть использован для установки штуцера отбора давления из проточного тракта, либо как дополнительная опора для крепления капота.

5. Спецгайкой поджимается наружное кольцо переднего подшипника, что разгружает коренной подшипник от осевой нагрузки и обеспечивает крепление и центрирование капота с мотогондолой.

6. Опорная шайба имеет два штифта фиксации воздушного винта $\Phi 1,6\text{мм}$, обеспечивая надежность его крепления.



7. За счет прорезов ребер охлаждения выхлопного патрубка обеспечивается тепловая разгрузка гильзы цилиндра, что обеспечивает сохранность ее геометрической формы.



Перспективное направление работ.

1. Улучшение газодинамики топливо-воздушного тракта и улучшение характеристик резонансной трубы.
2. Создание испытательного стенда для снятия внешней характеристики.
3. Динамическая балансировка коленвала.
4. Снижение веса движущихся деталей – установка керамических пальцев, вместо стальных.
5. Совершенствование камеры сгорания, эксперименты со свечами нового поколения GLOW BEE NELSON.
6. Разработка бортового датчика (чипа) с целью определения частоты вращения вала и КПД винта прямыми методами.
7. Разработка и производство новой серии винтов.
8. Испытание двигателя в полевых условиях и в соревнованиях на разных классах моделей.



**ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С
АКУСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ ВЫХЛОПА SCORPIO-S-33-2,5**

Руководитель работ: д.т.н. Зрелов В. А.

В ЦИАД разрабатываются и изготавливаются опытные образцы малоразмерных авиационных поршневых и газотурбинных двигателей. Одна из разработок - калильный двухтактный резонансный микродвигатель внутреннего сгорания с акустической системой выхлопа SCORPIO-S-33-2,5.

Данная система позволяет существенно повысить мощность двигателя за счёт использования волновых процессов, организуемых при помощи резонансной трубки конической формы на выхлопе. Если частота колебаний газовой смеси в резонансной трубке согласуется с частотой вращения вала двигателя, то система выходит на резонансный режим. При правильно организованной системе подачи топлива такой высокооборотный режим поддерживается до полной выработки горючего.

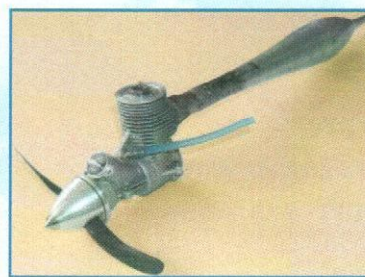
Разработчик двигателя - ведущий инженер ЦИАД, мастер спорта международного класса по судомодельному спорту Сычугов С. Ю.

Технические характеристики двигателя:

- рабочий объём..... 2,47см³;
- максимальная мощность..... 2 л.с;
- число оборотов при максимальной мощности..... 38000 об/мин;
- масса двигателя..... 180 г.;
- габариты..... 105+260(труба)х40х70 мм;
- система зажигания - каталитическая калильная свеча;
- используемое топливо - метиловый спирт 80%, масло касторовое 20%;
- система продувки «Шнюрле» 5 каналов;
- рекомендуемый отбор мощности - воздушный двухлопастной или однолопастной винт, водяной погруженный винт.

Применение двигателя:

- кордовые скоростные судомодели класса В-1, А-1 по международной классификации NAVIGA;
 - кордовые скоростные авиамодели класса F-2-A по международной классификации FAI;
 - кордовые скоростные автотомодели класса АС-2 по международной классификации FEMA;
 - беспилотные летательные аппараты.
- Разработаны версии двигателей в диапазоне рабочих объёмов 1,5 - 15 см³.



Двигатель внутреннего сгорания с акустической системой выхлопа SCORPIO-S-33-2,5



Кордовая скоростная модель аэроглиссера класса В-1 с двигателем SCORPIO-S-33-2,5