

**ФОНД СОДЕЙСТВИЯ
ИННОВАЦИЯМ**

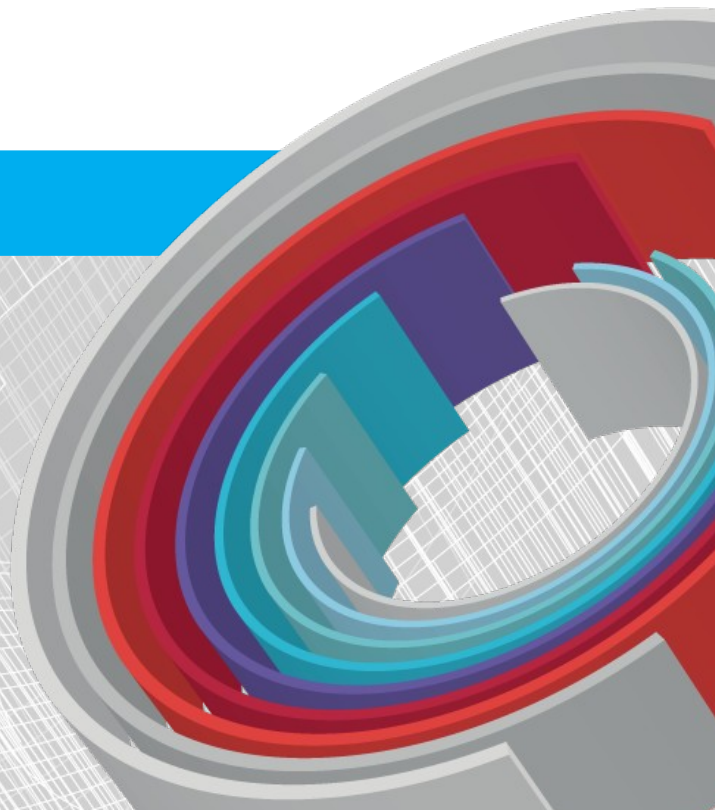


*Разработка и технология применения нового
композитного магнитомягкого материала в
электрических машинах*

C1-112662

Терентьев Андрей Алексеевич

Чебоксары (Чувашская Республика)



Наименование НИОКР:	Разработка технологии применения нового композитного магнитомягкого материала в электрических машинах
Наименование создаваемого продукта:	BLDC ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ (MF-10kW, MF-15kW) (синхронные бесколлекторные)
Срок планируемого выхода на рынок:	2022
Потребители создаваемой продукции:	B2B: производители электрических картингов, гольфкаров, мотоциклов, грузовых тележек

Главная проблема в решении задачи эффективности это снижение электромагнитных потерь в электродинамических машинах. Основной причиной потерь в подобных машинах является потери, обусловленные электромагнитным взаимодействием ротора, который содержит постоянные магниты и катушками индуктивности статора.

Вращение ротора с магнитами, приводит к появлению в статоре, наведенных переменным магнитным полем вихревых токов, известных также, как токи Фуко. Из-за этих токов в стали, происходит существенный нагрев, что приводит к большим потерям энергии двигателя, кроме того вихревые токи приводят к индукции магнитного поля, магнитный момент которого направлен против движения ротора с магнитами и оказывает сильное тормозящий эффект, что приводит к уменьшению КПД двигателя.

Широко используемый в настоящее время способ уменьшения этих потерь, а именно применение шихтованного железа (набор пакета из тонких пластин изолированной с обеих сторон электротехнической стали для уменьшения электрической проводимости) только лишь способствует ослаблению вихревых токов, но кардинально проблемы так и не решает. Кроме того сама технология вырубки пластин статора из листовой стали, потом обработка с обеих сторон изолирующим лаком или их прокаливания, для образования окисной пленки, которая также является изолятором сложная и часто не приводит к полному устранению электрической проводимости (часто электрическое сопротивление между наружной и внутренней гранями статора бывает в пределах десятков кОм, что при высоких частотах электромагнитного поля всё равно приводит к значительным потерям, обусловленных наличием вихревых токов. Кроме того в статоре из железа происходит перемагничивание с частотой питающего напряжения, но, наличие гистерезиса электротехнической стали приводит к тому, что при повышении частоты перемагничивания существенно увеличиваются энергетические потери в металле за счёт его разогрева.

Команда разработала и предлагает в качестве магнитопровода в электрических машинах использовать новый композитный магнитомягкий материал

Данный материал обладает магнитной проницаемостью, но имеет практически нулевую электрическую проводимость. Что делает возможным рассмотреть возможность разработки технологии его использования в различных электрических агрегатах в качестве магнитопроводов (сердечники, статоры) и, возможной замены в перспективе технологии использования в электрических агрегатах и машинах традиционного шихтованного железа.

Суть научной новизны продукта:

Использование в качестве магнитопровода композитного магнитомягкого материала на основе хлорированного полиэтилена с металлическим наполнителем

Научно-технический и практический задел:

1. Проведены экспериментальные исследования возможности использования в качестве магнитопровода в электрических машинах вместо традиционного «железа» композитного материала имеющего аморфную структуру на основе полимера с металлическим наполнителем, размеры частиц, в котором позволяют рассматривать их, как домен.
2. Изготовлены образцы высокоэффективного электрогенератора и проведены его испытания в составе ветроустановки, которая разработана и изготовлена командой .
3. Разрабатывается технология изготовления магнитомягкого композита для вентильного электродвигателя.
4. С использованием разрабатываемой технологии изготовлен и исследуется экспериментальный образец-двигателя BLDC 10 кВт (аналог китайского НРМ-10KW (BLDC) с железным статором).

Планируемая интеллектуальная собственность:

Патент на технологию

Основные характеристики продукта и преимущества перед аналогами

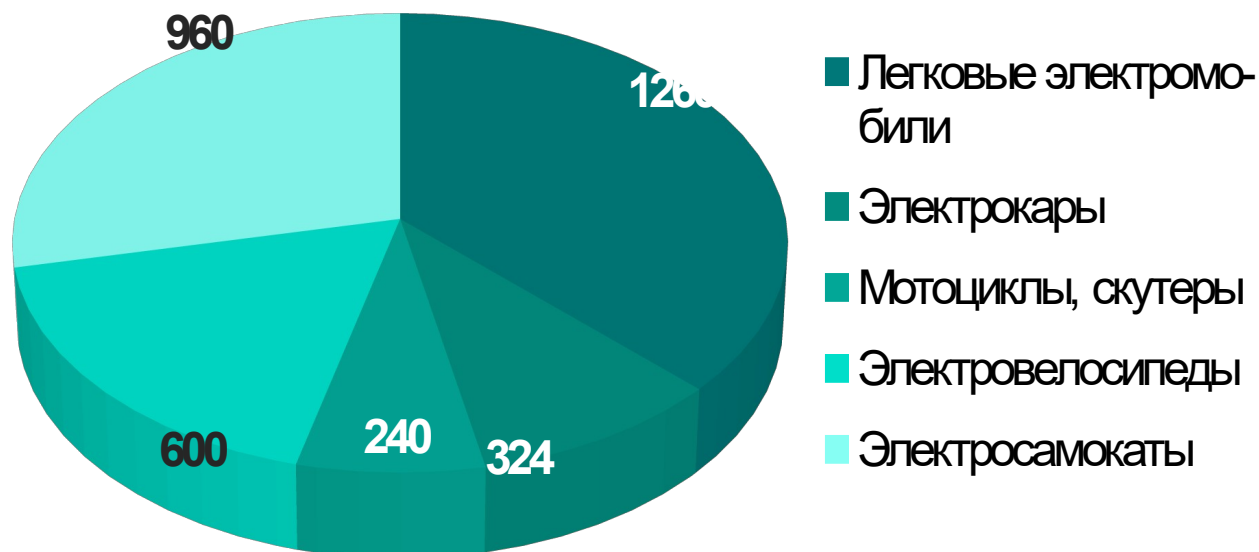
Параметр	Создаваемый продукт MF-10kW	Конкурент №1 HPM-10KW	Конкурент №2 ME1202
<i>Технологичность</i>	Легко обрабатывается, упрощается и удешевляется изготовление статора и намотка провода.	Дорогой процесс изготовления из шихтованного железа и намотки провода	Дорогой процесс изготовления из шихтованного железа и намотки провода
<i>Вес собранного двигателя (кг)</i>	11	17	16,5
<i>Удельная мощность (Вт/кг)</i>	909 Возможно увеличение данного параметра	588	606
<i>КПД (%)</i>	94	90	84
<i>Обороты (максимальные)</i>	10000	5000	5000
<i>Стоимость (тыс. руб.)</i>	70	94,2	80
<i>Страна-производитель</i>	Россия	Китай Golden Motor	Китай Motenergy

Параметр	1-ый год после НИОКР	2-ой год после НИОКР	3-ий год после НИОКР
Оценочный объем рынка (платежеспособного спроса), млн. руб.:	109 млн.руб.	131 млн.руб.	153 млн.руб.
Потенциальная доля создаваемого продукта на рынке:	3%	4,9%	8,2%
Выручка от реализации продукции, млн. руб.:	3,3 млн.руб.	6,4 млн.руб.	12,6 млн.руб.

ОБЪЁМ РЫНКА

РЫНОК ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА В РОССИИ НА 2020г

Объём рынка, млн.руб.

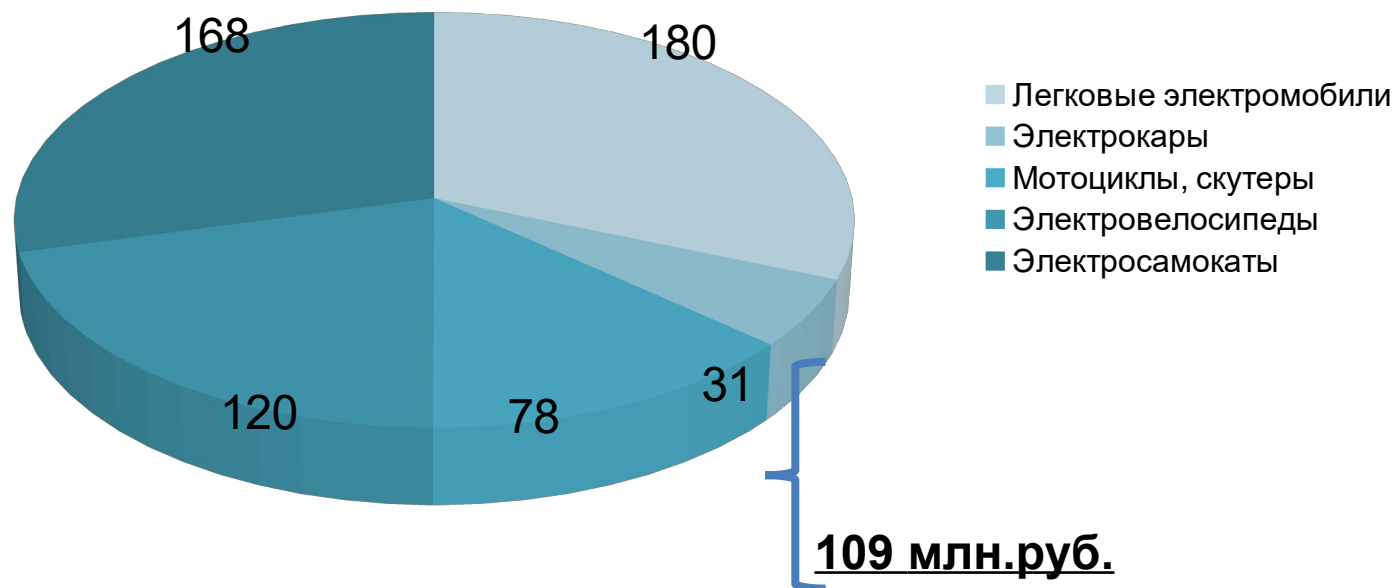


Суммарно > 3.4 млрд.руб/год

ОБЪЁМ РЫНКА

РЫНОК ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В РОССИИ НА 2020г

Объём рынка, млн.руб





ООО "ГОЛДЕН МОТОР РАША". www.goldenmotor.ru
ИНН 7718366890, КПП 771801001,
107113, г. Москва, пл. Сокольническая, д. 4А, этаж 2, пом. III, к. 34.
БИК: 044525593 АО "АЛЬФА-БАНК" г. Москва
Корп: 3010181020000000593 Р/с: 40702810902730000402
Тел: 8 (495) 508-64-80, 8 (800) 100-80-25.
e-mail: g.director@goldenmotor.ru

А. А. Терентьеву,
г.Чебоксары
Автору заявки Старт-1
Фонда содействию инновациям

Уважаемый Андрей Алексеевич!

Рассмотрев Ваше предложение по использованию нового магнитного материала в электродвигателях, сообщаем, что нас заинтересовало Ваше предложение. Готовы произвести совместно прототип и испытать его характеристики. При существенном увеличении мощности (более 25%) в том же типоразмере, и снижении себестоимости более 20%, готовы серийно выпускать в России электродвигатели по Вашей технологии.

Интересуют мощности: 3кВт, 5кВт, 10кВт, 20кВт.

Объем реализации продукции – более 10 млн.руб/год.

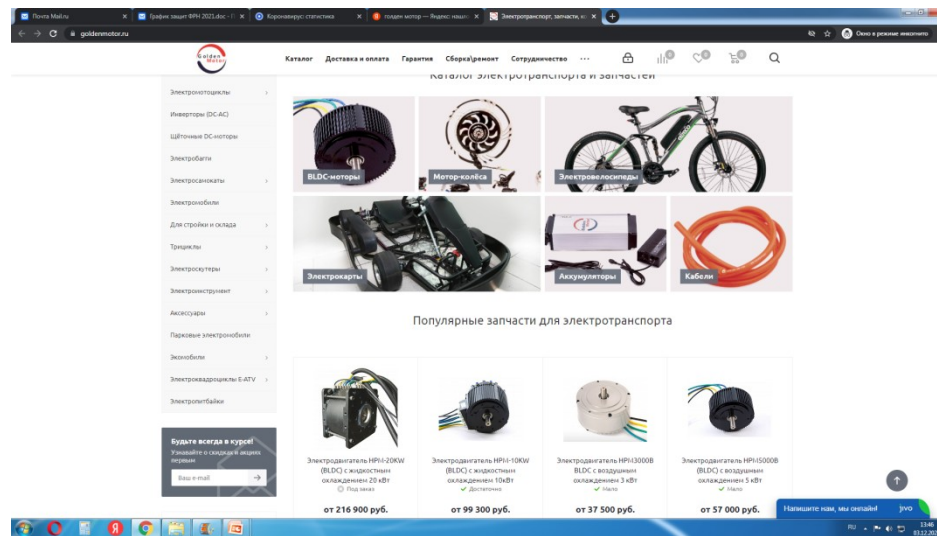
С уважением,

Генеральный директор:

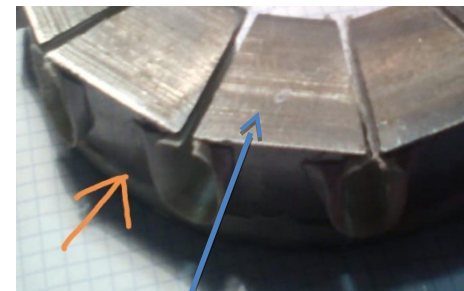
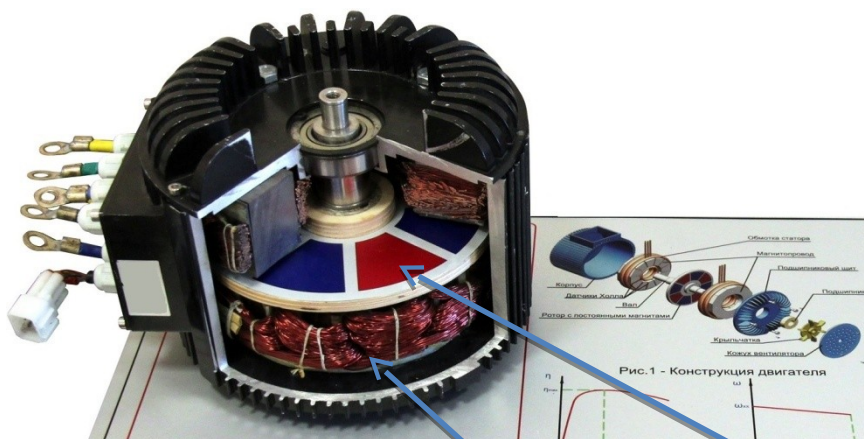


С.В. Антонов.

11.01.2021г.

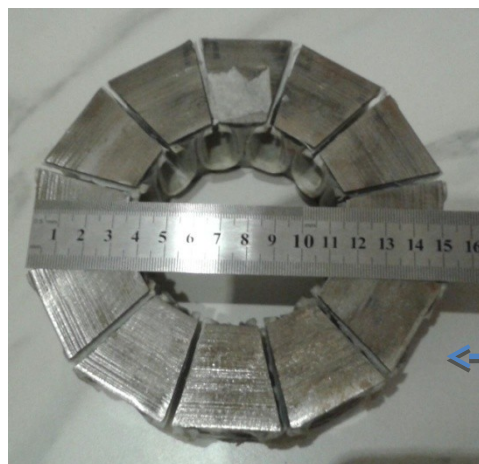


Китайский вентиляционный двигатель HPM48-10000 (BLDC) 10кВт

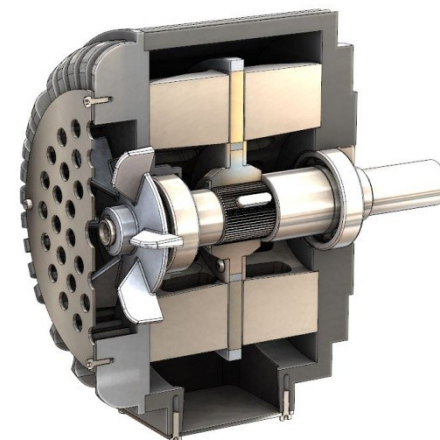


РОТОР

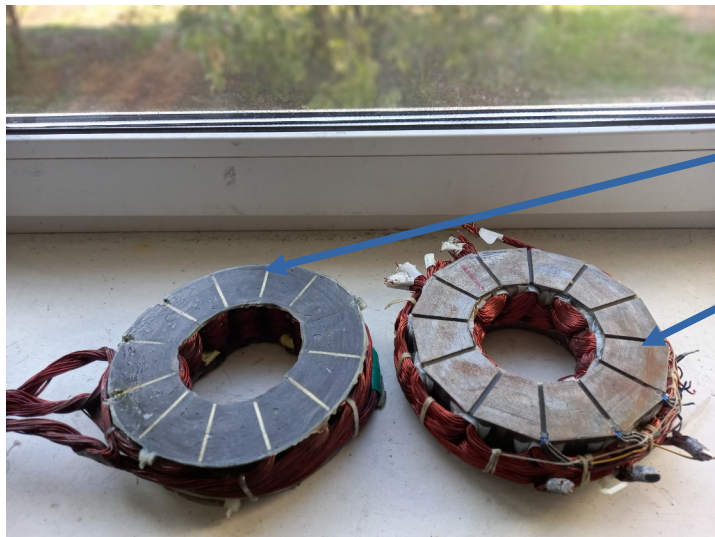
ТРЕХФАЗНАЯ
НАМОТКА



СТАТОР



Мы изготовили аналог китайского вентиляционного двигателя НРМ48-10000 (BLDC) 10кВт с использованием композитного магнитомягкого материала и провели предварительные испытания

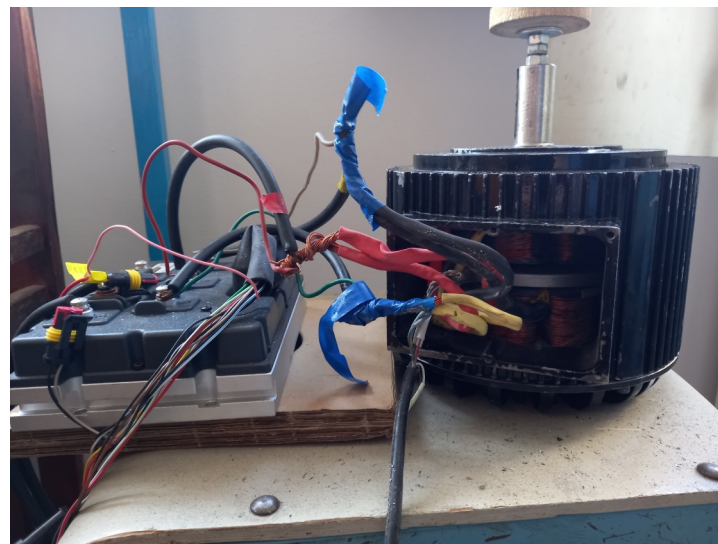
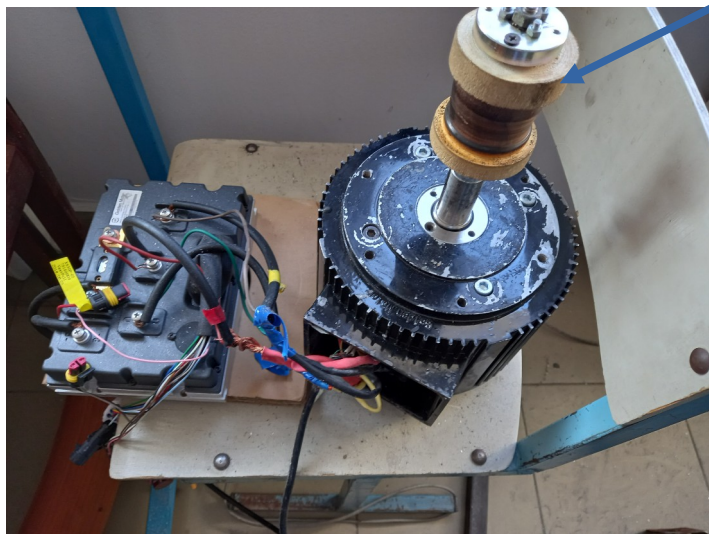


Здесь для сравнения два статора.

Наш статор из композитного материала

Оригинальный статор двигателя из шихтованного железа

Двигатель с новыми статорами после проведения испытаний с помощью ременного торможения. Видно, как шкиф, на оси двигателя от трения ремня обуглился (темная полоса).

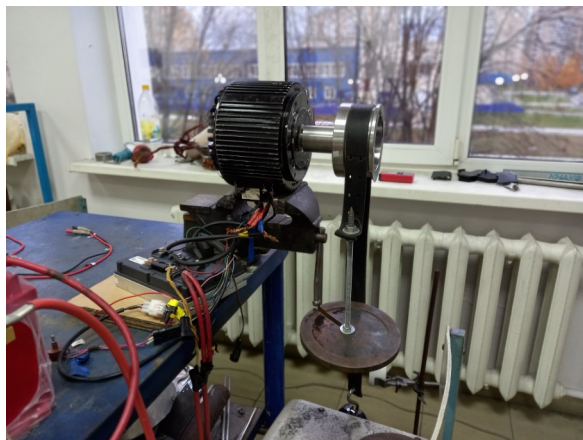


ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ АНАЛОГА ДВИГАТЕЛЯ НРМ48-10000 (BLDC) С НОВЫМИ СТАТОРАМИ, ИЗГОТОВЛЕННЫМИ ПО ПРЕДЛАГАЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ

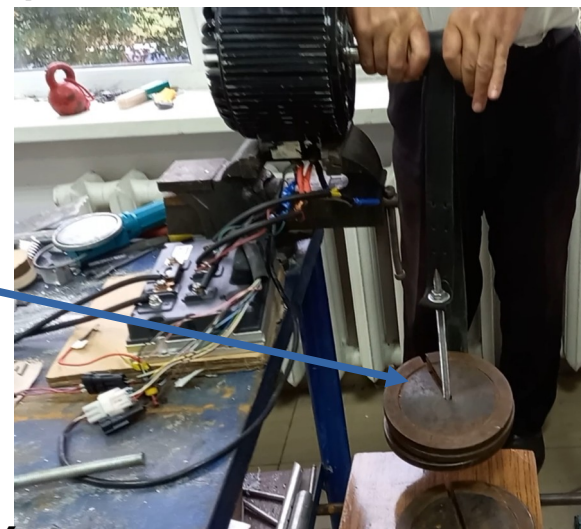
Измерялся момент, развиваемый на валу двигателя. Из-за отсутствия некоторых измерительных приборов (амперметра на десятки ампер или шунта к нему, измерителя оборотов вала, моментомера или нагрузочного стенда), мы использовали способ торможения вала двигателя с помощью ремня, переброшенного через шкив закрепленного к валу двигателя, к концам которого с одной стороны прикреплялись нормированные грузы, с помощью которых изменяли величину тормозящей силы, с другой динамометр.

Используемый небольшой велосипедный аккумулятор не позволял провести измерения во всем диапазоне скоростей, поэтому были проведены измерения для сопоставимых мощностей оригинального двигателя (табличные данные — 1471 Вт) и мощности, которую был способен выдать наш аккумулятор (1440 Вт).

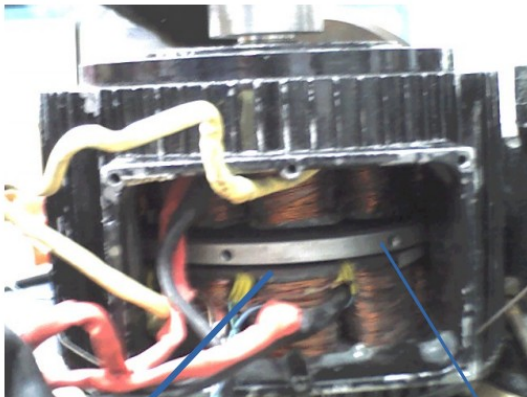
Момент развиваемый китайским двигателем при мощности 1471 Вт — 2,4 Н*М
Аналог со статорами нашей технологии развил момент при 1440 Вт — 4 Н*М



Грузы для
торможения вала
(навешиваются)



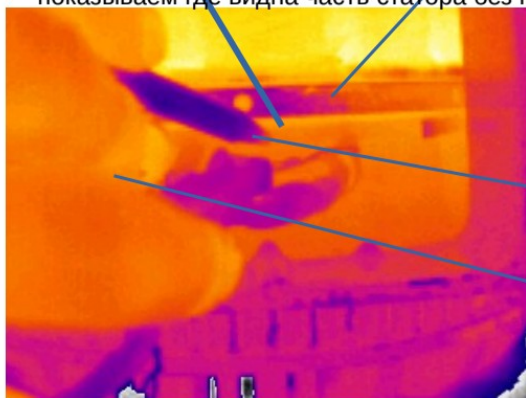
Видео: <https://cloud.mail.ru/public/QYP3/WjpWKEwKY>



СТАТОР

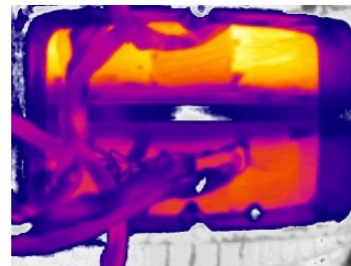
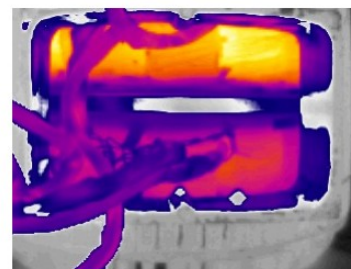
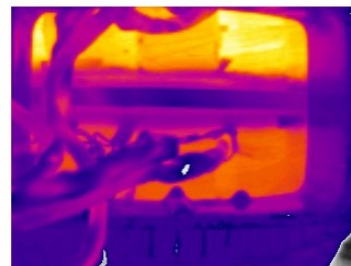
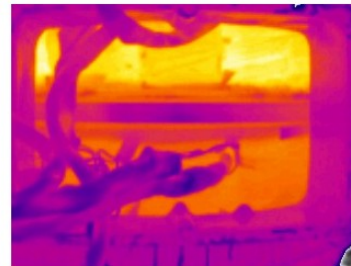
Ротор с магнитами

Теплограмма сделана спустя некоторое время после предыдущего запуска. Видно, что температура катушек, статора и руки, которая держит карандаш, практически выровнялась. Карандашом мы показываем где видна часть статора без провода.



Ручкой указываем на статор

Пальцы руки в которых ручка находится



На этих кадрах последовательно показано, как во время работы двигателя с нагрузкой нагревается обмотка, в тоже время статор практически не грелся — видна разница, статор тёмный (внизу на фото показано, как мы нагружали для этого ротор — вручную тормозили ремнём через шкиф, а на последней термограмме видно, как нагрелся ремень после работы).



ИССЛЕДОВАНИЕ МОМЕНТА И КПД ДВИГАТЕЛЯ



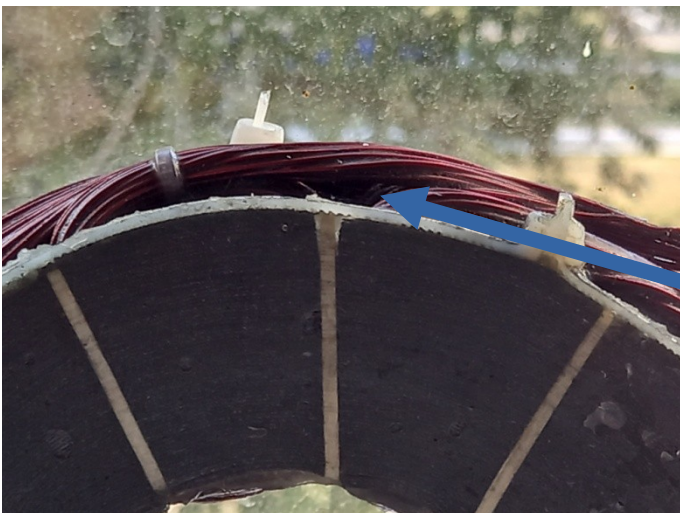
1. Шкиф на валу
2. Тормозной ремень
3. Лазерный тахометр
4. Цифр. амперметр
5. Цифр. вольтметр
6. Цифр. безмен
7. Эл. двигатель

У оригинального статора (железного) обмотки к сердечнику прилегают не плотно



Статор из железа

Воздушный зазор



Статор из
композита

Зазора нет,
обмотки плотно
прилегают к
статору



ФИО	Роль в проекте, должность	Обязанности в проекте	Образование и регалии
Терентьев Андрей Алексеевич	Руководитель, автор разработки	Общее руководство, разработка, эксп. исследований.	Высшее, специальность «физик»
Терентьев Алексей Григорьевич	Научный руководитель	Математическое моделирование, теоретич. исследования	Высшее, д.ф.м.н, профессор, заслужен. Деятель науки РФ
Фёдоров Николай Анфимович	Инженер	Изготовление образцов, экспер. Исследов.	Высшее
Кузьмин Александр Кириллович	Инженер-электронщик	Изготовление образцов, контроллера, эксперименты	Высшее
<i>Антонов Сергей</i>	Маркетолог	Маркетинг, продажи,, CustDev, ТЗ, инвестиции, организация серийного производства.	БГУ-2002, физик. Предприниматель, Генеральный директор по продаже комплектующих для электротранспорта (в т.ч. ЭД), с 2014г.

Опыт команды в выполнении НИОКР и коммерциализации инновационной продукции:

Командой разработаны новые типы высокоэффективных ветро и гидроустановок. В настоящее время опытный образец проходит испытание на полигоне ветроустановка. Модели гидроустановок проходят испытания в условиях рек и в опытовом бассейне. Изготовлен работающий экспериментальный образец BLDC двигателя с применением нового композитного материала.