

НАЦЫЯНАЛЬНАЯ АКАДЭМІЯ НАВУК БЕЛАРУСІ

Рэспубліканскае ўнітарнае прадпрыемства
«Навукова-вытворчы цэнтр
шматфункцыянальных
беспілотных комплексаў»
Нацыянальнай акадэміі
навук Беларусі
(Дзяржаўнае прадпрыемства
«НВЦ шматфункцыянальных
беспілотных комплексаў» Нацыянальнай
акадэміі навук Беларусі)

вул. Купрэвіча, 10/7, 220141, г. Мінск
тэл. (017) 369 77 61, тэл./факс (017) 268 85 12
E-mail: belarus.uav@gmail.com

04.09.2017 № 146-81

на № _____ ад _____

Г Г Г Результаты Г
Л Л] исследования



НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

Республиканское унитарное предприятие
«Научно-производственный центр
многофункциональных
беспилотных комплексов»
Национальной академии
наук Беларуси
(Государственное предприятие
«НПЦ многофункциональных
беспилотных комплексов» Национальной
академии наук Беларуси)

ул. Купревича, 10/7, 220141, г. Минск
тел. (017) 369 77 61, тел./факс (017) 268 85 12
E-mail: belarus.uav@gmail.com

Г Директору НПЧУП Г
«ЭЛИОН-9»
О.А.Горбунову

г. Минск
Тел. +375 297 76 24 81
E-mail: oleggorbunov@yandex.ru

Уважаемый Олег Аркадьевич!

В приложении к данному письму направляю в ваш адрес результаты исследования эффективности применения мультимодальной добавки Fe-do для обработки подшипников SMR 148 ZZ, из комплекта электродвигателя EMAX GT 4020/07 (на 6-ти листах).

С уважением,
Директор предприятия



Ю.Ф. Яцына

**Исследование эффективности применения
мультиmodalной добавки Fe-do для обработки подшипников SMR 148 ZZ,
из комплекта электродвигателя ЕМАХ GT 4020/07**

1. Для исследования выбраны два подшипника SMR 148 ZZ, имеющие существенный износ, определяемый тактильными ощущениями.

2. Подшипники установлены в электродвигателе ЕМАХ GT 4020/07.

3. Силовая установка в составе: электродвигатель ЕМАХ GT 4020/07, регулятор оборотов Markus SL110; воздушный винт 15" x 8", установлена на стенд для опробования силовой установки.

4. Произведено два опробования силовой установки с измерением основных параметров: тяга (кг); потребляемый ток (А); обороты (об/мин).

Опробование проводилось на 100% газа (соответствует взлетному режиму), без заполнения подшипников мультиmodalной добавкой Fe-do.

Результаты измерений приведены в Таблице №1 и на графиках (Приложения №№ 1;2;3).

Таблица №1

Дата	№ измерения	Обороты, об./мин.	Потребляемый ток, А	Тяга, кг
16.05.2017	1	10 000	69,4	4,39
16.05.2017	2	10 050	70,2	4,40

5. Подшипники демонтированы и заполнены мультиmodalной добавкой Fe-do.

Первый подшипник (разборный) наполнен мультиmodalной добавкой Fe-do густой консистенции.

Второй подшипник (неразборный) заполнен разогретой до жидкого состояния мультиmodalной добавкой Fe-do.

6. Оба подшипника установлены в электродвигатель ЕМАХ GT 4020/07.

7. В период с 16.05.2017г. по 20.06.2017г. выполнено 42 опробования силовой установки с измерением основных параметров при 100% «газа» (соответствует взлетному режиму). Опробования проводились с подшипниками, наполненными мультиmodalной добавкой Fe-do.

Результаты измерений приведены в Таблице №2 и на графиках (Приложения №№ 1;2;3).

Таблица №2

Дата	№ измерения	Обороты, об./мин.	Потребляемый ток, А	Тяга, кг
16.05.2017	1	10 110	69,1	4,20

Дата	№ измерения	Обороты, об./мин.	Потребляемый ток, А	Тяга, кг
16.05.2017	2	10 080	69,1	4,25
16.05.2017	3	10 050	68,0	4,25
17.05.2017	1	10 050	69,6	4,35
17.05.2017	2	10 050	69,3	4,40
17.05.2017	3	10 050	69,2	4,40
22.05.2017	1	10 050	69,0	4,35
22.05.2017	2	10 110	69,5	4,40
22.05.2017	3	10 140	69,5	4,40
09.06.2017	1	10 140	68,2	4,45
09.06.2017	2	10 140	68,8	4,40
09.06.2017	3	10 140	68,5	4,40
13.06.2017	1	10 260	68,4	4,40
13.06.2017	2	10 260	68,7	4,40
13.06.2017	3	10 260	68,4	4,40
14.06.2017	1	10 200	68,5	4,40
14.06.2017	2	10 200	68,8	4,45
14.06.2017	3	10 200	68,8	4,40
15.06.2017	1	10 170	68,2	4,40
15.06.2017	2	10 200	68,5	4,40
15.06.2017	3	10 200	68,8	4,45
15.06.2017	4	10 200	68,7	4,45
16.06.2017	1	10 230	68,6	4,45
16.06.2017	2	10 260	68,7	4,45
16.06.2017	3	10 230	68,4	4,40
16.06.2017	4	10 200	68,3	4,40
19.06.2017	1/1	10 290	70,1	4,45
19.06.2017	2/1	10 260	69,8	4,45
19.06.2017	3/1	10 260	69,4	4,45
19.06.2017	4/1	10 230	70,0	4,45
19.06.2017	1/2	10 260	70,0	4,50
19.06.2017	2/2	10 260	69,2	4,45
19.06.2017	3/2	10 230	69,0	4,45
19.06.2017	4/2	10 260	69,0	4,45
20.06.2017	1/1	10 230	69,2	4,45
20.06.2017	2/1	10 230	68,9	4,40

Дата	№ измерения	Обороты, об./мин.	Потребляемый ток, А	Тяга, кг
20.06.2017	3/1	10 250	68,5	4,45
20.06.2017	4/1	10 260	68,2	4,40
20.06.2017	1/2	10 230	70,3	4,45
20.06.2017	2/2	10 260	70,3	4,45
20.06.2017	3/2	10 230	70,0	4,45
20.06.2017	4/2	10 200	69,7	4,40

8. В этот же период (с 16.05.2017г. по 20.06.2017г.) произведено 29 разовых «обкаток» силовой установки с подшипниками, наполненными мультимодальной добавкой Fe-do (см. п.5).

Каждая «обкатка» производилась в течение 2-х или 3-х минут, при постоянной тяге силовой установки 1,2кг. Указанная тяга примерно соответствует полету БЛА в крейсерском режиме (20-25% «газа»). Общее время «обкатки» составляет 88 минут.

Перед окончанием 17-ти «обкаток», производилось измерение величины потребляемого силовой установкой тока (А) и величины оборотов воздушного винта (об/мин).

Результаты измерений приведены в Таблице №3 и на графиках (Приложения №№ 4;5).

Таблица №3

Дата	№ измерения	Обороты, об./мин.	Потребляемый ток, А	Тяга, кг
16.05.2017	2	5 550	9,9	1,2
17.05.2017	2	5 310	8,9	1,2
22.05.2017	2	5 460	8,4	1,2
09.06.2017	2	5 460	8,4	1,2
13.06.2017	2	5 520	9,3	1,2
14.06.2017	1	5 490	8,4	1,2
15.06.2017	2	5 460	8,2	1,2
16.06.2017	1	5 490	8,1	1,2
16.06.2017	2	5 460	8,0	1,2
19.06.2017	1/1	5 430	9,1	1,2
19.06.2017	2/1	5 430	9,1	1,2
19.06.2017	1/2	5 490	8,2	1,2
19.06.2017	2/2	5 480	8,0	1,2

Дата	№ измерения	Обороты, об./мин.	Потребляемый ток, А	Тяга, кг
20.06.2017	1/1	5 430	8,1	1,2
20.06.2017	2/1	5 430	8,1	1,2
20.06.2017	1/2	5 490	9,2	1,2
20.06.2017	2/2	5 430	9,1	1,2

9. Протоколы измерений 14 шт. в наличии.

10. По окончанию исследований, подшипники демонтированы. В соответствии с тактильными ощущениями – подшипники стали вращаться «мягче».

Загрязнения от мультимодальной добавки на внутренних элементах и поверхностях электродвигателя отсутствуют.

Выводы:

1. Взлетный режим («газ» 100%):

- увеличились обороты (двигателю «легче» вращаться);
 - уменьшился потребляемый ток (ожидаемый эффект: экономия заряда АКБ, увеличение продолжительности полета беспилотного летательного аппарата);

- небольшое увеличение тяги (ожидаемый эффект: возможность беспилотного летательного аппарата выполнить безопасный взлет при меньшей скорости встречного ветра).

2. Крейсерский режим (20-25% «газа», тяга 1,2кг):

- уменьшились обороты (силовая установка обеспечивает тягу 1,2 кг с меньшими «усилиями»);

- уменьшился потребляемый ток (ожидаемый эффект: экономия заряда АКБ, увеличение продолжительности полета беспилотного летательного аппарата).

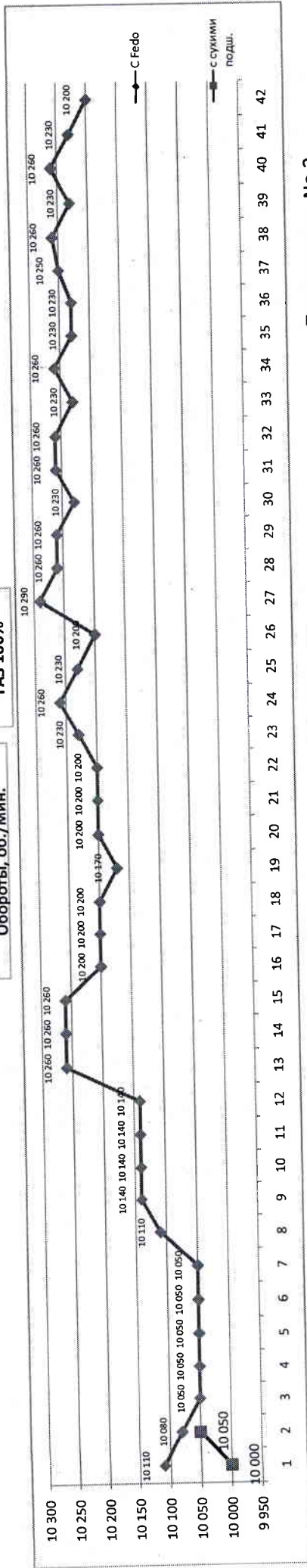
Директор РУП
 «НПЦ многофункциональных
 беспилотных комплексов» НАН Беларуси



Ю.Ф.Яцына

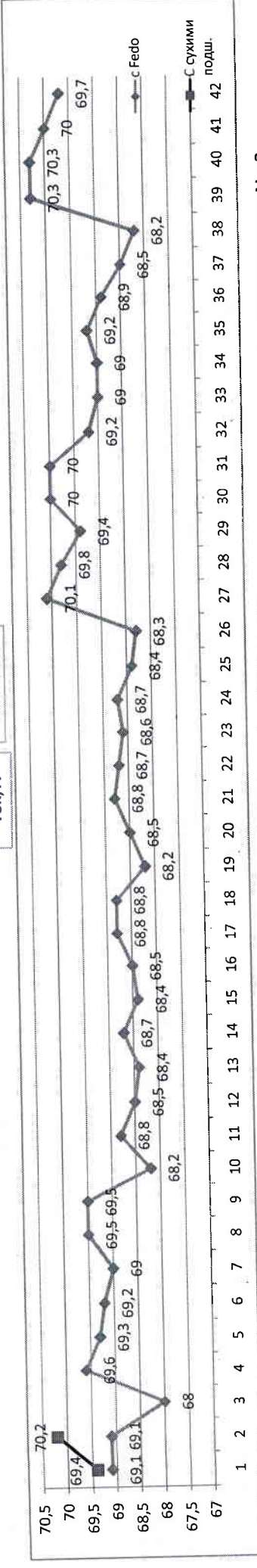
Приложение № 1

Обороты, об./мин. ГАЗ 100%



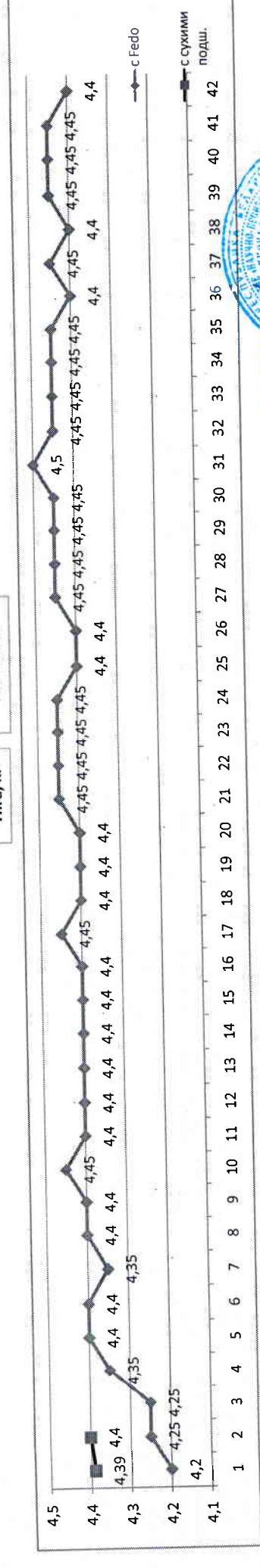
Приложение № 2

Ток, А ГАЗ 100%



Приложение № 3

Тяга, кг ГАЗ 100%



Директор РУП
«НПЦ многофункциональных
беспилотных комплексов» НАН Беларуси

