



Технология оценки ресурса, потерь мощности и энергоэффективности сельскохозяйственной техники

Александр Чепурнов

Круглый стол «Интеллектуальное оборудование и системы в агропромышленном комплексе»

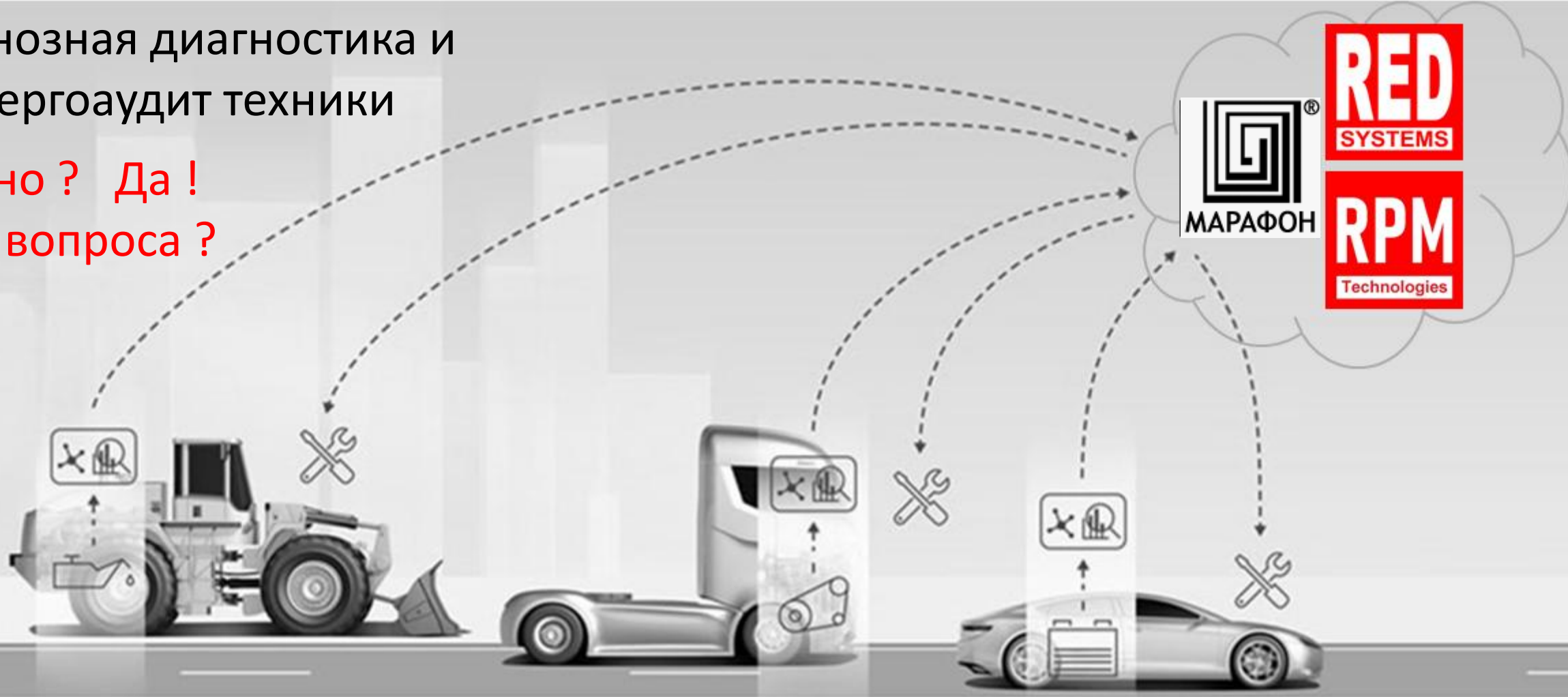
XV Межрегиональный форум «Стратегия и практика успешного бизнеса», посвященного Всемирному Дню качества и Европейской неделе качества»
Чебоксары, 21-22 ноября 2019 г.

Для снижения издержек и повышения прибыли необходимо системно оценивать эффективность использования всех ресурсов агропромышленного предприятия, в частности парка машинно-тракторных агрегатов (МТА)

Проблема: потери мощности МТА в эксплуатации приводят к скрытым потерям, нарушению технологического процесса и увеличению себестоимости продукции

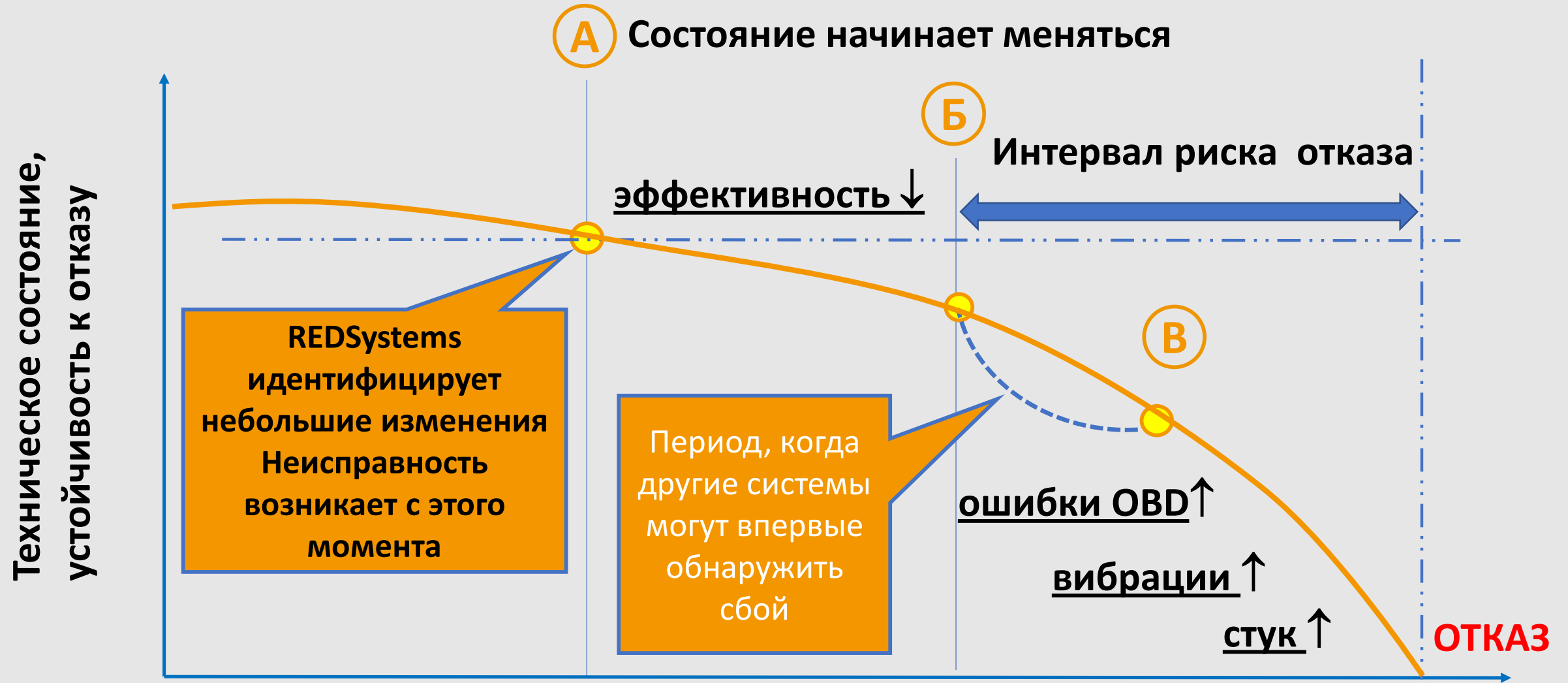
Прогнозная диагностика и энергоаудит техники

Нужно ? Да !
Цена вопроса ?



За несколько минут оцениваем энергоэффективность, прогнозируем риски отказов техники и ее надежность. Заказчик получает сверхоперативный и точный инструмент для прогнозирования сроков проведения с/х работ, управления производительностью и себестоимостью продукции.

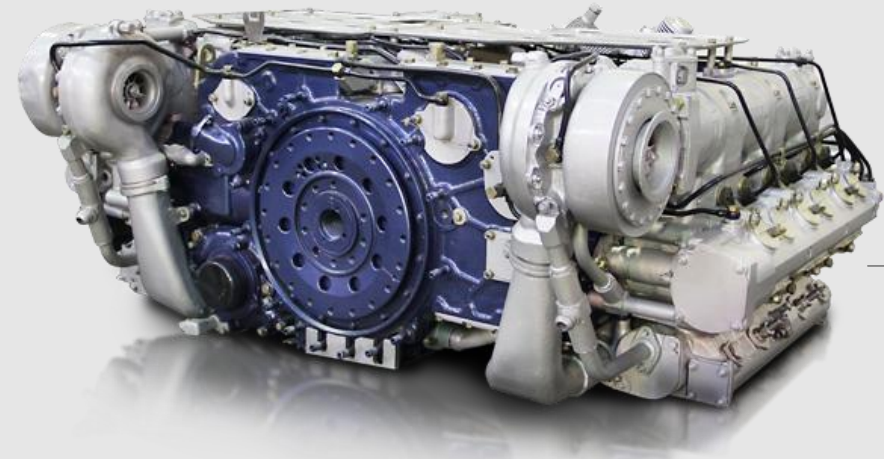
Прогнозная диагностика основана на изменении параметров ДВС



А --- **Б** - эффективность работы снижается **Б** --- **В** - резкий рост затрат на ремонт

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТА

Диагностические параметры



CAN-шина
J1939

и/или
ДПКВ



Мощность
 $N_e=318 \text{ kW}$

Момент, $M_e=1896 \text{ Nm}$

Ном. частота, $n=1795 \text{ 1/min}$

⋮

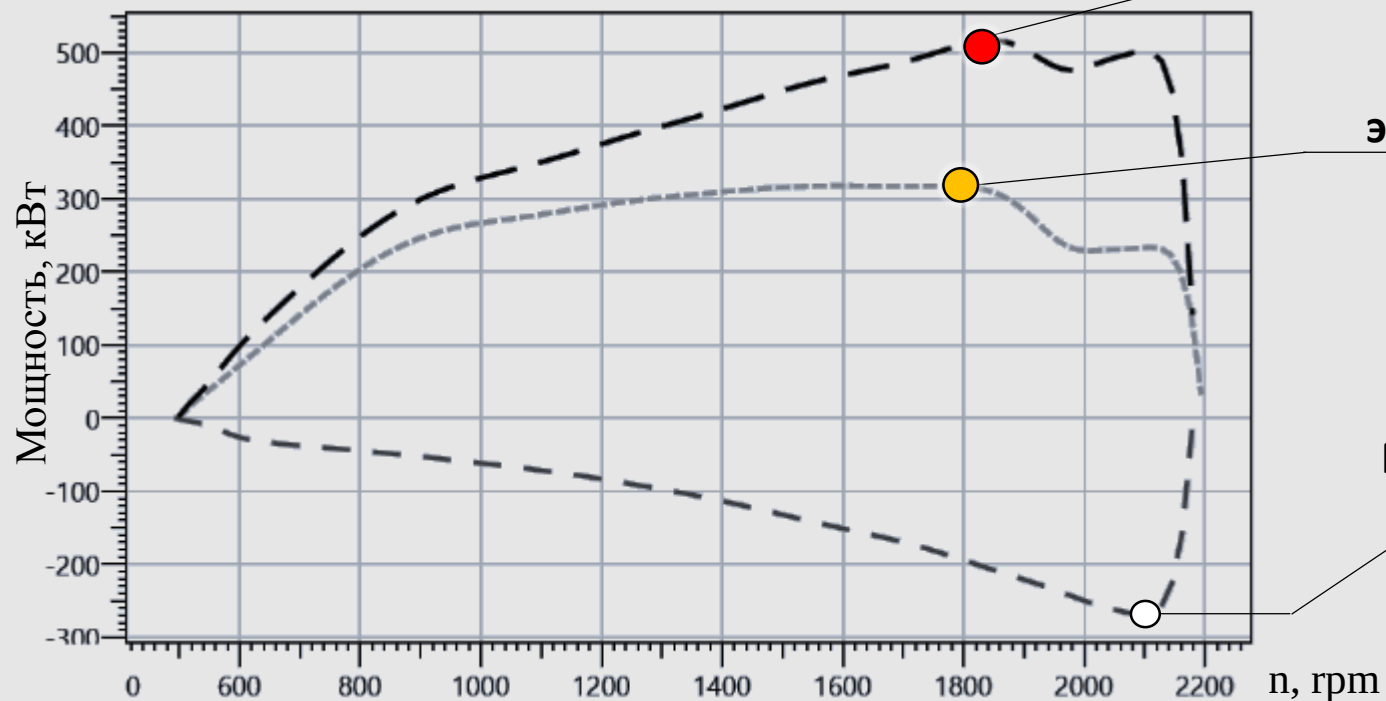
Частота х.х., $n_i=500 \text{ 1/min}$

Max частота х.х., $n_h=2193 \text{ 1/min}$

КПД мех., $\eta_m=67,7 \%$

Момент потерь, $M_{c_{\max}}=1228 \text{ Nm}$

СКОРОСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА



1 REDSystems собирает и обрабатывает данные от датчиков скорости коленчатого вала двигателя



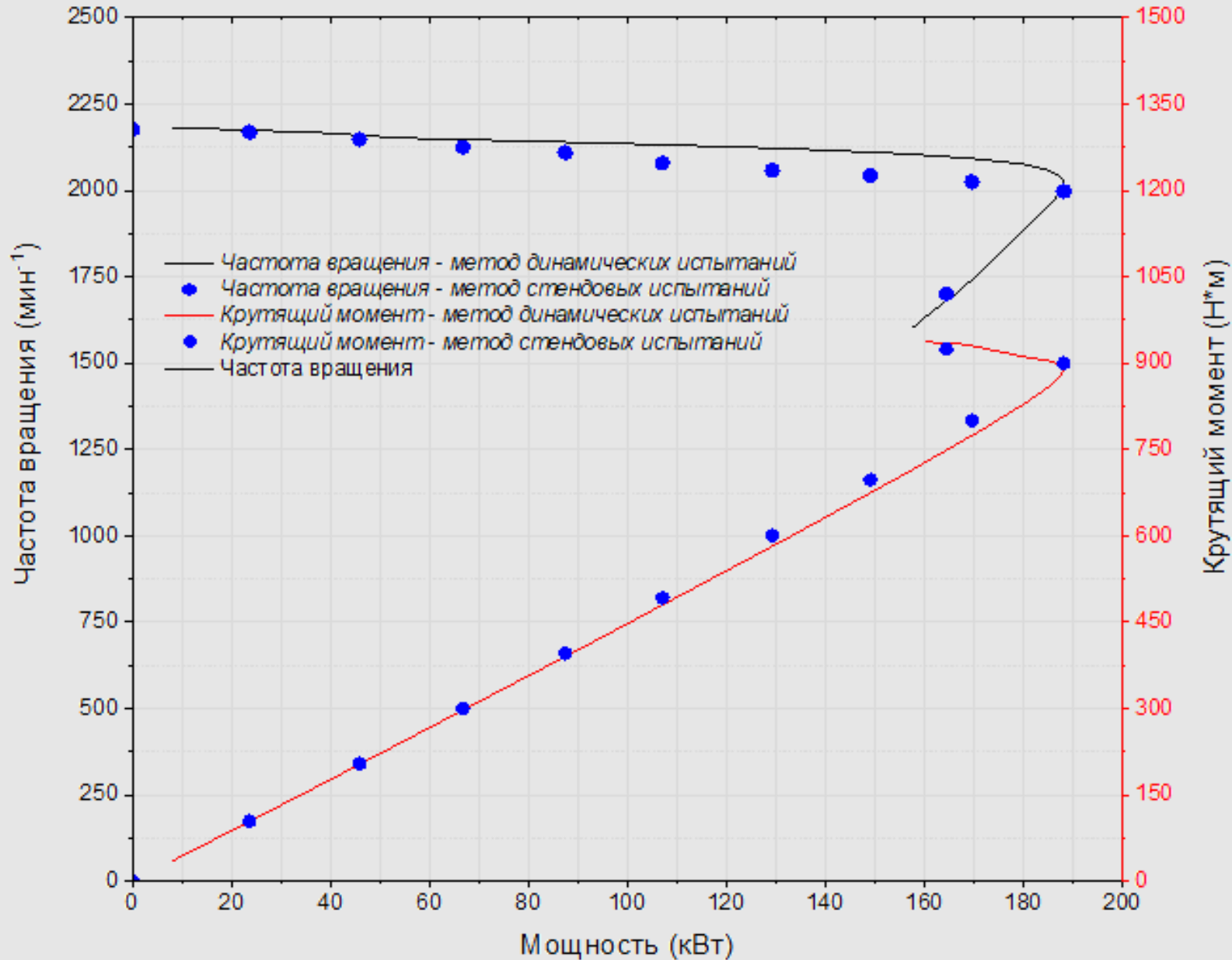
2 Уникальный алгоритм программы генерирует диагностический отчет

3 Заключение основано на объективных данных

4 Для проведения энергоаудита полученные результаты можно анализировать, подключаясь к REDSystems через интернет-соединение или получая доступ к данным, хранящимся в облачной базе данных

5 Это позволяет перераспределить технику в зависимости от ее состояния и энергоемкости процессов, а также уменьшить количество остановок, связанных с техническим обслуживанием и исключить отказы техники, оптимизирует рабочий процесс.

Нагрузочная характеристика ДВС полученная методом стендовых и динамических испытаний двигателя ЯМЗ-238М

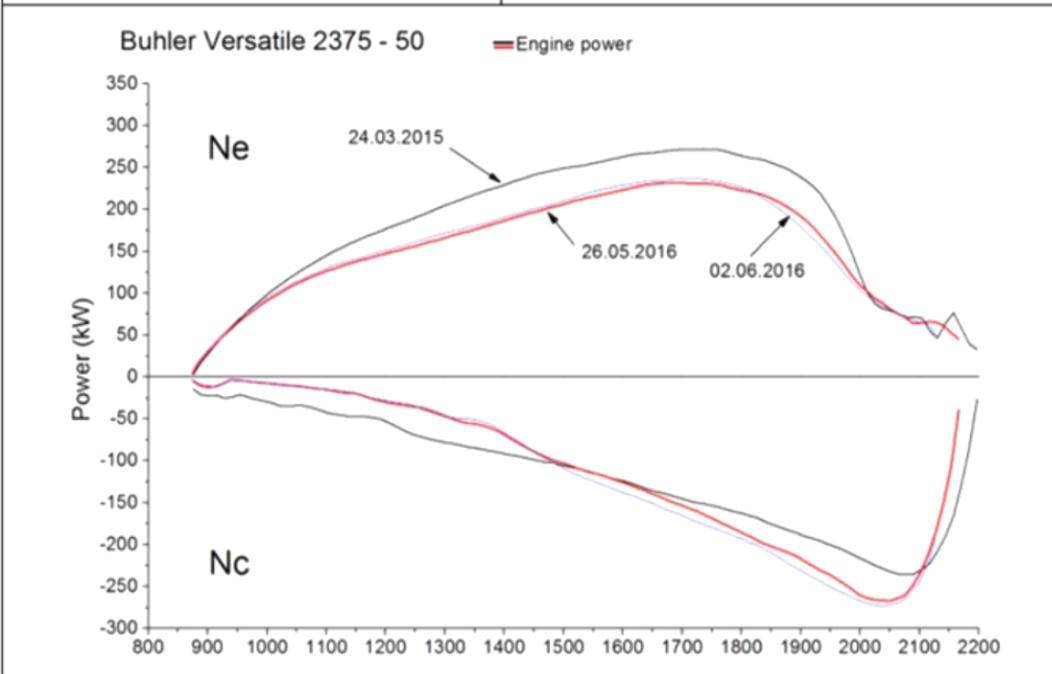


Место проведения испытаний: ЦАПЗ-15
(Новосибирск)
дата: 19.07.2017
время: начало 13:10; конец 13:43
Обкаточно-тормозной стенд: SIEMENS;
номер лицензии: ПО 6GK1704-1PVV71-3AA0
номер двигателя: 90373611
температура окружающего воздуха, $t = 23$ °C
атмосферное давление, $P_{атм} = 99$ кПа
влажность окружающего воздуха $H = 30,2$ %
темп-ра охлаждающей жидкости $t_{охл} = 75-90$ °C

Определены относительные отклонения метода динамических испытаний от метода стендовых испытаний тракторных и комбайновых двигателей в соответствии с ГОСТ 18509-88 по параметрам:

- номинальная мощность $N_e - 0,04$ %;
- номинальный крутящий момент $M_e - 0,98$ %;
- номинальная частота вращения $n_{ном} - 0,85$ %;
- макс. частота вращения хол. хода $n_{max.x.x.} - 0,9$ %;
- мин. частота вращения хол. хода $n_{min.x.x.} - 0,3$ %.

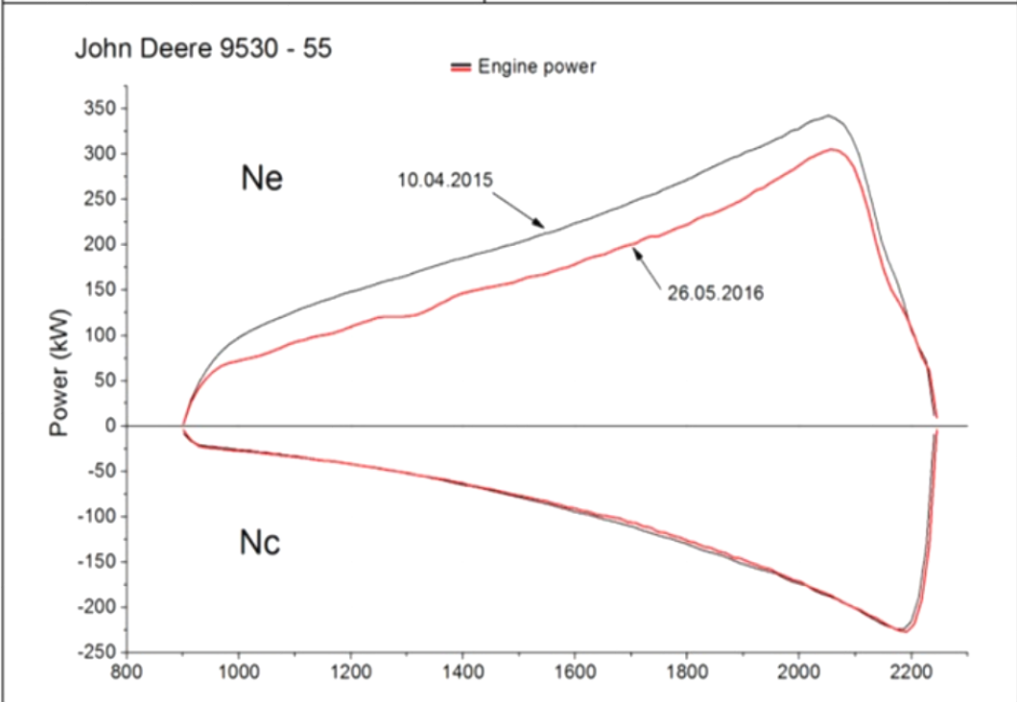
Параметры трактора	Дата и тестировщик
Модель: Buhler Versatile 2375	Дата измерения: 24.03.2015 г. (10:10)
Инвентарный номер: 50	26.05.2016 г. (11:00)
Vin номер: _____	02.06.2016 г. (10:00)
	Тестировщик:
	Комментарии



Результаты измерений		Характеристики агрегата	
24.03.2015	26.05.2016	Марка: Cummins QSM11 Рабочий объем: 10,8 л Номинальная мощность: 280 кВт Частота вращения: 2100 об/мин	
Ne: 270 кВт	Ne: 212 кВт		
Ni: 409 кВт	Ni: 410 кВт		
Nc: -140 кВт	Nc: -199 кВт		
КПД: 0.657	КПД: 0.515		
Пном: 1773	Пном: 1856		
Пмин: 873	Пмин: 873		
Дата составления отчета:		01.06.2016 г.	
Составил:			
Проверил:			

Производственные
испытания

Параметры трактора	Дата и тестировщик
Модель: John Deere 9530	Дата измерения: 10.04.2015 г. (10:20)
Инвентарный номер: 55	26.05.2016 г. (10:00)
Vin номер: _____	Тестировщик:
	Комментарии



Результаты измерений		Характеристики агрегата	
10.04.2015	26.05.2016	Марка: PowerTech+ Рабочий объем: 13,5 л Номинальная мощность: 349 кВт Частота вращения: 1900 об/мин Запас крутящего момента: 38% Приrost мощности: 10%	
Ne: 343 кВт	Ne: 299 кВт		
Ni: 530 кВт	Ni: 495 кВт		
Nc: -189 кВт	Nc: -197 кВт		
КПД: 0.646	КПД: 0.603		
Пном: 2052	Пном: 2083		
Пмин: 900	Пмин: 900		
Дата составления отчета:		01.06.2016 г.	
Составил:			
Проверил:			

Процедура

1

Установите данные машины

Используйте показания одометра и техническую документацию (паспорт, руководство по эксплуатации, руководство по ремонту, инструкция и пр.) для установления следующих данных:

- тип транспортного средства
- пробег транспортного средства
- VIN (при наличии)
- модель двигателя
- мощность двигателя паспортная
- число цилиндров двигателя
- число зубьев венца маховика (если известно)
- государственный регистрационный номер

2

Проведите внешний осмотр двигателя

- на наличие явных неисправностей (течь жидкости, стуки, шум, трещин, нарушения креплений и пр.) и при наличии устранить
- используя техническую литературу и другие источники определите место установки датчика положения коленчатого вала и возможность подключения к нему контактными иглами
- если двигатель не оборудован системой управления с применением датчика положения коленчатого вала, то определите место и возможные способы его установки напротив зубьев венца маховика

3

Подключите диагностическое устройство к датчику

- на штатном датчике аккуратно в разъем, между уплотнителем и изоляцией введите контактную иглу устройства **ИМДЦ-1** до касания проводника в разъеме датчика так чтобы щуп фиксировался в устойчивом положении для надежного контакта
- на двигателе без датчика, следуя инструкции по эксплуатации устройства **ИМДЦ-1**, установите датчик и зафиксируйте его в отрегулированном положении (зазор 1 – 2 мм) и подключитесь контактным разъемом непосредственно к датчику

4

Проведите диагностический тест

Следуйте инструкции по эксплуатации устройства **ИМДЦ-1**.

Внимание! Тест проводится только на прогретом двигателе.

Сохраните результат

Примите решение о техническом сервисе

Технология

Метод

1 Прогреть двигатель до 90°C

2 Установить режим парковки «Р» для транспортного средства

3 Включить устройства

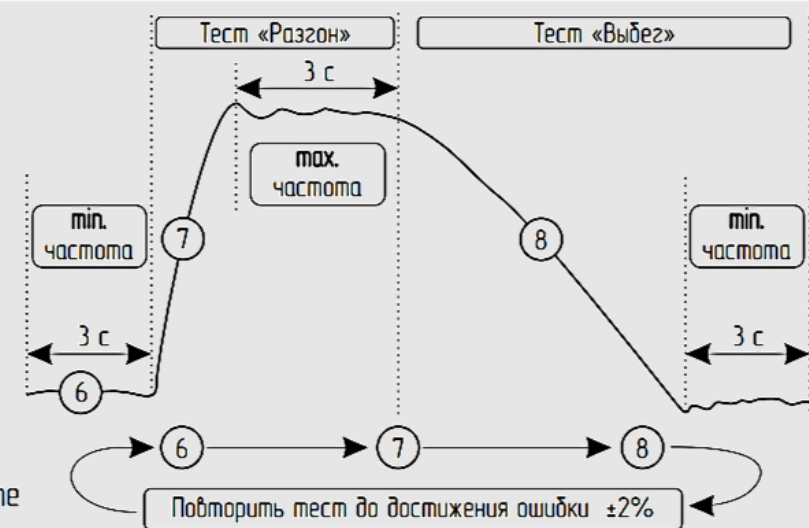
4 Установить минимальную (min.) частоту вращения

5 Запустить измерения кнопкой «Старт» в программе и дождаться соединения с устройством

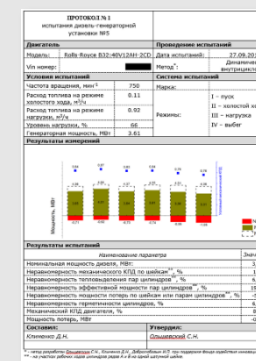
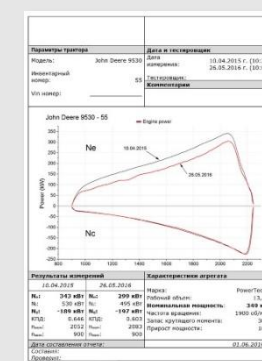
6 Выдержать скоростной режим 3 с на устойчивой минимальной частоте вращения

7 Выполнить тест «Разгон»: резко увеличить подачу топлива с разгоном до режима устойчивой максимальной (max.) частоты вращения и выдержать этот скоростной режим 3с

8 Выполнить тест «Выбег»: резко убрать подачу топлива до режима устойчивой минимальной (min.) частоты холостого хода и выждать этот скоростной режим 3с



Протоколы испытаний



КОНТРОЛЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТРАКТОРОВ В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ

RED
SYSTEMS

МАРАФОН

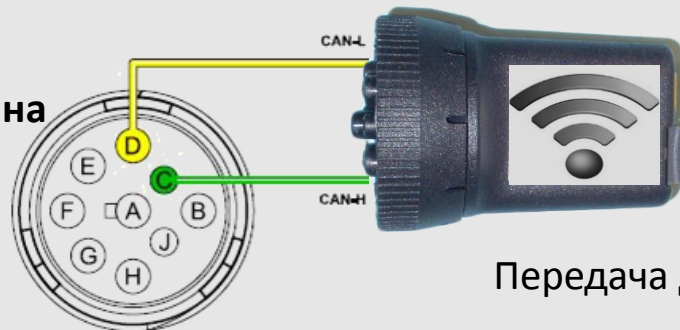
RPM
Technologies

Результат: Снижение потерь продукции,
контроль работоспособности техники

Работоспособность,
надежность



CAN-шина



Диагностический
разъем OBD

Передача данных

Wi-Fi



Пользователи



Интернет

ЦОД МАРАФОН



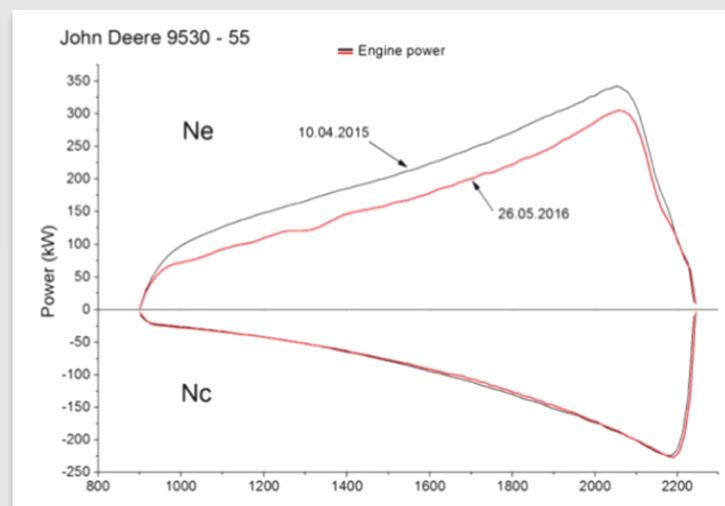
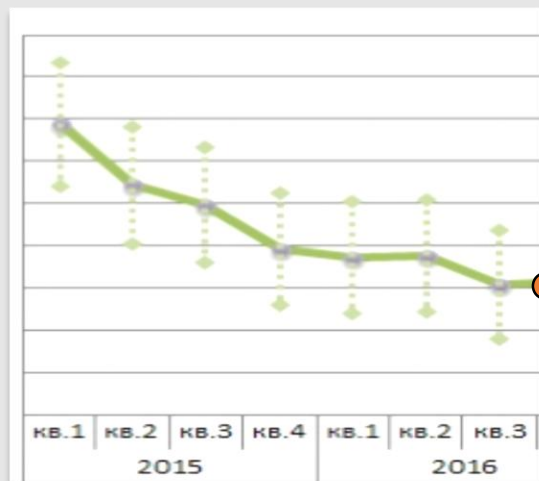
Результаты
расчета

Ne, %

Прогноз отказа

Характеристика двигателя

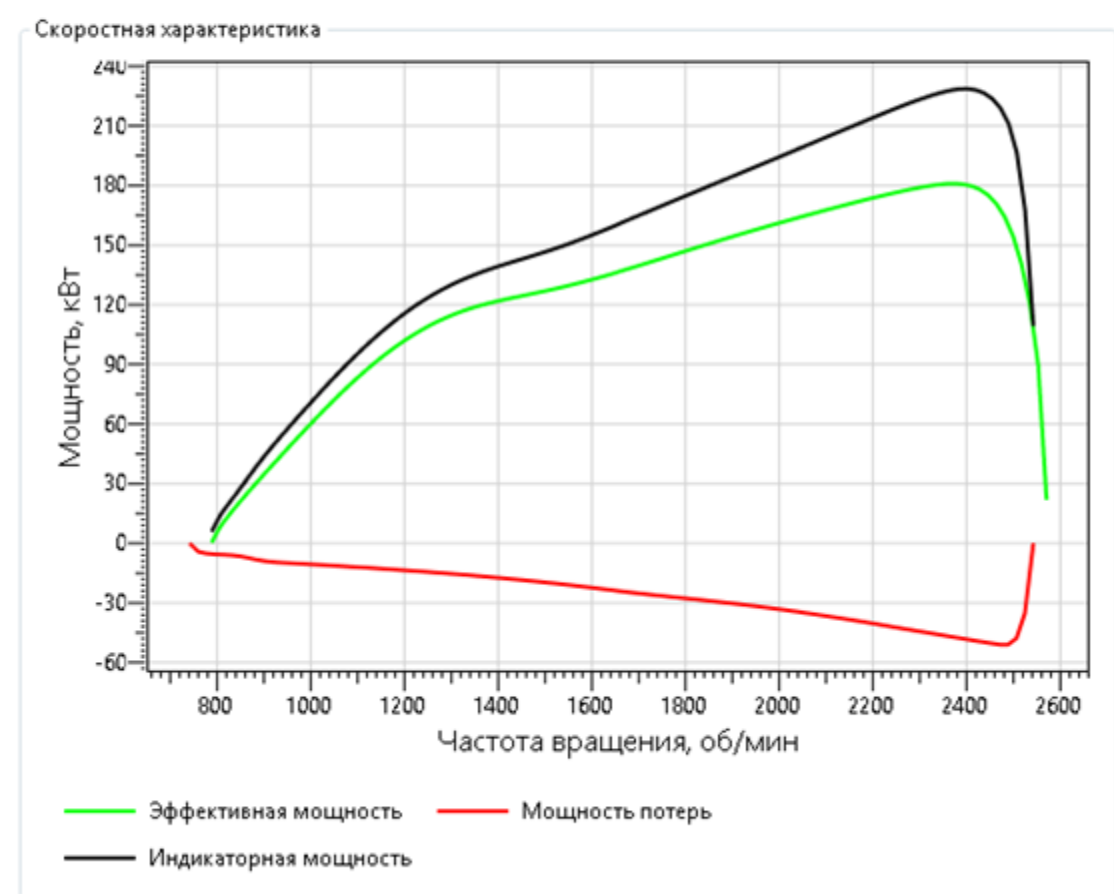
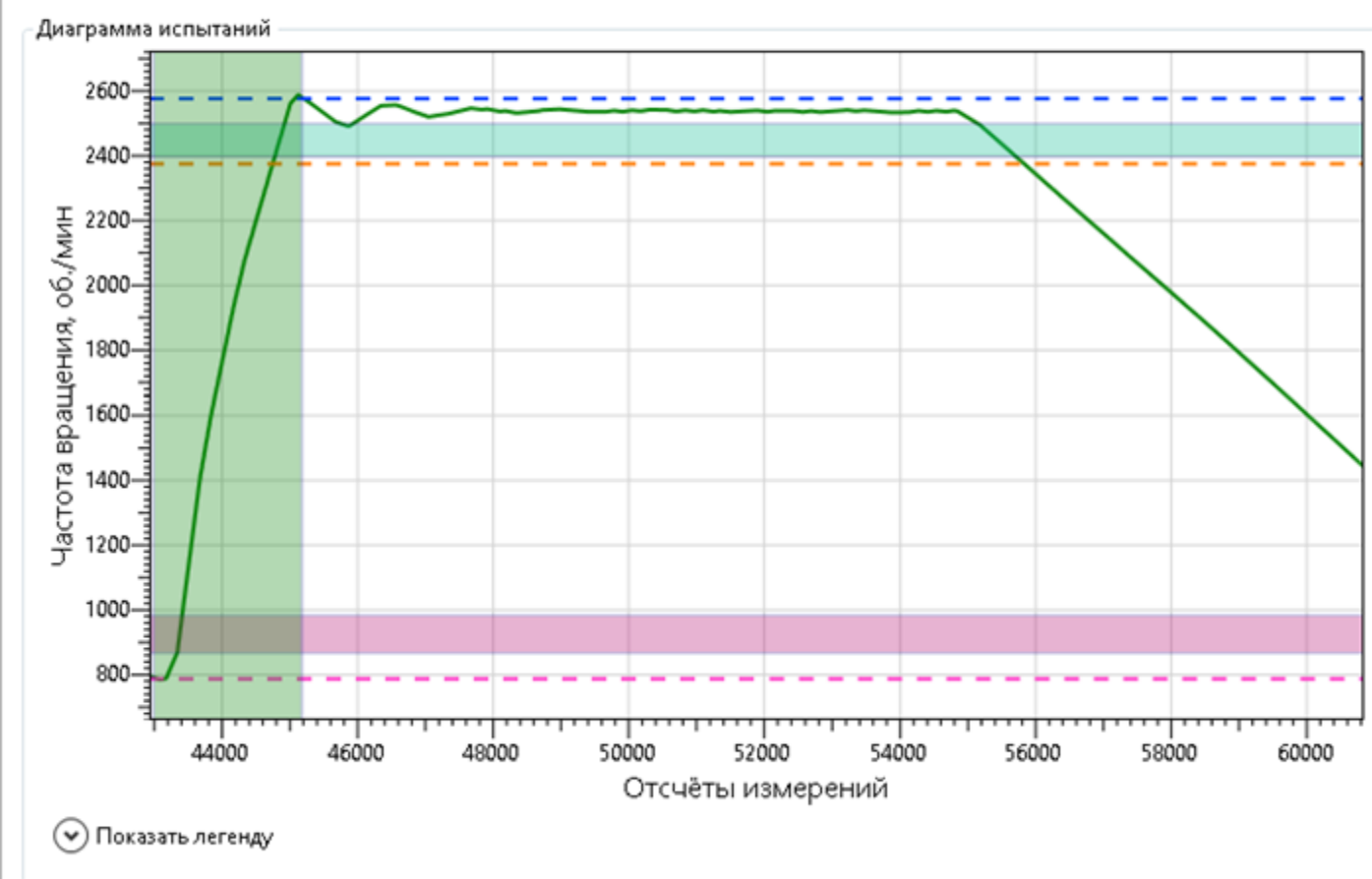
Ремонт



Результаты

Мощность, кВт (л. с.): 181 (246) ±0.6% Частота вращения, об/мин: 1439

Установите минимальный холостой ход



Протокол диагностики двигателя	
№ ____/ 20191114182939	
Транспортное средство	КАМАЗ Двигатель Unspecified engine trademark
VIN номер	Unspecified VIN №
Пробег, км	1
Экспериментальные данные	
Частота вращения	об/мин
Номинальная частота вращения	2006
Минимальная частота вращения на холостом ходу	676
Максимальная частота вращения на максимальном холостом ходу	2188
Частота вращения при максимуме эффективного крутящего момента	1279
Диагностические параметры двигателя ¹	
Условный механический КПД ²	
$\eta_m = 79,3\%$	
Коэффициент запаса крутящего момента ³	Наклон регуляторной характеристики двигателя от номинальной частоты вращения ⁴
$K_m = 17,7\%$	$\delta_{at} = 8,7\%$
Шкала технического состояния двигателя	
Заключение	
Механическая система двигателя исправна. Значение коэффициента условных механических потерь соответствует допустимым значениям. Незначительно проявляется прогресс увеличения потерь мощности в механической системе, увеличиваются потери в узлах трения или потери прокачки жидкостей. Проверьте уровень масла, при необходимости замените. Необходим контроль мощности двигателя методом стендовых или динамических испытаний.	
Информация	
¹ При проведении испытаний номинальные параметры, погрешности на измерение или расчета соответствуют требованиям ГОСТ Р 51639-2009 (ИСО 3046-3:2006, ИСО 15550:2002), ГОСТ 18509-86, ГОСТ 14846-81. ² Соответствует методу расчета согласно п. 6.1.2 ГОСТ 18509-86, п. 6.14 ГОСТ 14846-81. ³ Соответствует методу расчета согласно п. 6.1.2 ГОСТ 18509-86, п. 6.4.4 ГОСТ Р 51639-2009 (ИСО 3046-3:2006, ИСО 15550:2002), п. 4.12 ГОСТ 14846-81. ⁴ Соответствует методу расчета согласно п. 3.11 ГОСТ Р 51231-2012.	
Дата проведения испытания: 14 ноября 2019 18:29:39	
Испытатель _____	Дата следующей аттестации двигателя 01 декабря 2019

Протокол диагностики двигателя		ИСПЫТАНИЯ ДИАГНОСТИКА ЭКСПЕРТИЗА	
№ ____/ 20191114183316			
Транспортное средство	КАМАЗ Двигатель Unspecified engine trademark	Мощность паспортная, л. с.	256
VIN номер	Unspecified VIN	Измеренная мощность, кВт (л. с.)	188 (256)
Пробег, км	1		
Скоростная характеристика			
Экспериментальные данные		Factor Ni	
Частота вращения, об/мин		Мощность, кВт	
Номинальная частота вращения	2006	Номинальная эффективная мощность (л. с.) 188 (256)	
Минимальная частота вращения на холостом ходу	676	Эффективная мощность при максимальном эффективном моменте 141	
Максимальная частота вращения на максимальном холостом ходу	2188	Мощность потерь при максимальном моменте потерь -53	
Частота вращения при максимуме эффективного крутящего момента	1279	Номинальная мощность потерь -49	
		Номинальная индикаторная мощность 237	
Момент, Н·м		Коэффициенты	
Номинальный эффективный момент	896	Условный механический КПД 79,3%	
Максимальный эффективный момент	1054	Коэффициент запаса крутящего момента 17,7%	
Максимальный крутящий момент потерь	-241	Наклон регуляторной характеристики двигателя от номинальной частоты вращения 8,7%	
Номинальный крутящий момент потерь	-234		
Заключение			
Мощность двигателя соответствует паспортной 188 кВт с допустимым отклонением 0,1%. Рекомендуется выполнить повторный контроль параметров двигателя.			
Дата проведения испытания: 14 ноября 2019 18:33:16			
Испытатель _____	Дата следующей аттестации двигателя 01 декабря 2019		

СПЕЦИАЛИСТЫ REDSystems

1

ЭКСПЕРТИЗА

Определяется фактическое состояние двигателя включая сложные случаи проявления неисправности

ОБСЛЕДОВАНИЕ ПАРКА

Определяется фактическое состояние каждой единицы и совокупные показатели парка техники

Выезд к объекту обследования на договорной основе

ФОРМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ



ТЕХНИЧЕСКАЯ,
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ
ПОДДЕРЖКА
углубленная экспертиза
обработка новых данных

2

СПЕЦИАЛИСТЫ КОМПАНИЙ

ЛИЗИНГ

Предоставляется во временное пользование оборудование и подписка в соответствии с лицензионной политикой

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКТ

Приобретается программно-аппаратный комплекс с полными функциями. Подписка возможна на обновление ПО

Самостоятельное обследование



Процессор: Freescale iMX287 (400 MHz)

RAM: 128 MB

ROM (NAND): 256 MB

eMMC: 8 GB

3G модем, SIM x 2

Wi-Fi b/g/n (client, AP)

GPS/GLONASS

Акселерометр

Гироскоп

Интерфейсы:

- CAN x 2 (1 гальванически изолирован)
- RS485 x 2 (1 гальванически изолирован)
- RS232 x 1
- USB (device)
- Ethernet
- Аналоговые входы: 4
- Дискретные входы: 4
- Силовые выходы: 4 (до 1 A)

Корпус металлический, IP65, 100 x 120 x 50, герметичные разъемы

Питание 9 — 36 В, защита от перенапряжения и переполюсовки



2-х канальный CAN-контроллера соответствующий спецификации CAN 2.0B; использует интерфейс, соответствующий спецификации USB 2.0 High Speed; первичная обработка кадров CAN-сети выполняется встроенным 32-х разрядным микроконтроллером ARM; CAN-bus интерфейс (в соответствии с CiA DS-102) с гальванической развязкой 1000 Вольт, защитой от перенапряжений и импульсных помех; Питание от шины USB; потребляемый ток - не более 200 мА; габариты 107*53*28 мм; диапазон рабочих температур: 0..+70 C

<http://can.marathon.ru/>



Подключение к аналоговым и цифровым ДПКВ
Подключение к дополнительным датчикам

Подключение к шине CAN

WiFi интерфейс для связи с компьютером

Питание от бортсети диагностируемого объекта

Ищем партнеров для организации региональных центров по внедрению технологии.

Спасибо за внимание ! Вопросы ?



Новосибирск
Сергей Ольшевский
+7-903-99-77-555
ols@ngs.ru



Москва
Александр Чепурнов
(495) 988-27-26
can@marathon.ru



Москва
Александр Чепурнов
(495) 988-27-26
can@marathon.ru