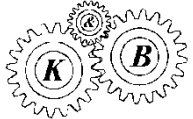


Контроль и оценка технического состояния судовых технических средств по параметрам вибрации

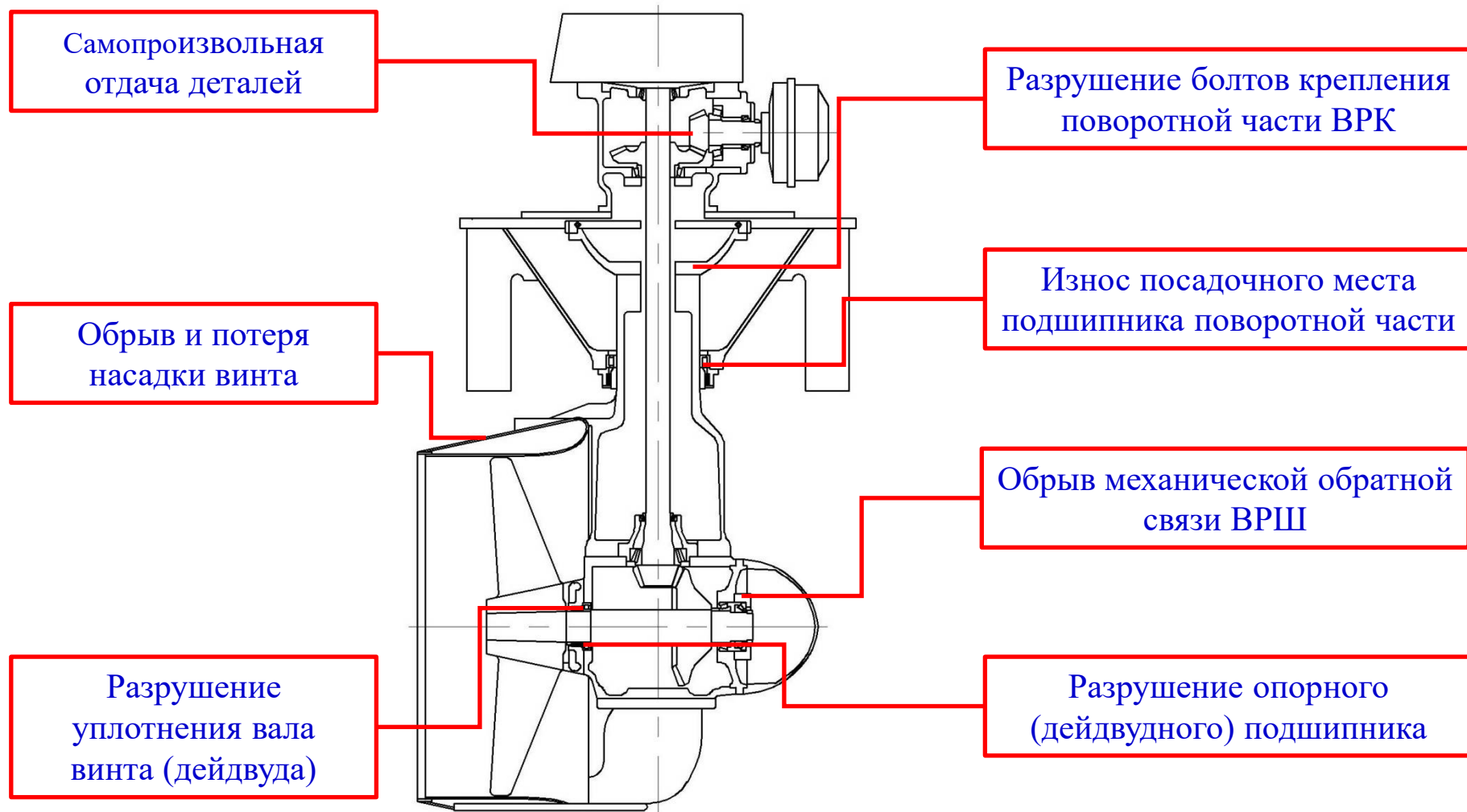
Повышение уровня безопасности мореплавания связано с внедрением методов контроля и оценки технического состояния (ТС) судовых технических средств (СТС), которые должны своевременно обнаруживать неисправности на ранней стадии ее возникновения и развития. Это дает возможность уменьшить риски, связанные с отказами и повреждениями СТС.

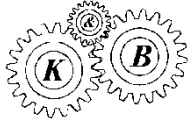
Системы контроля и диагностики используются не везде и по различным причинам не всегда дают объективную картину состояния СТС. Тем более, что сроки сервисного обслуживания, которые проводятся при достижении установленных изготовителями наработок механизмов не всегда совпадают со сроками освидетельствований. С целью объективной оценки состояния СТС в РМРС приняты «Правила классификационных освидетельствований судов в эксплуатации» (ПКОСЭ) в которых устанавливаются виды, объемы и периодичность освидетельствований объектов технического наблюдения судов различного назначения с целью проверки их соответствия Правилам и нормативно-техническим документам РМРС.

ПКОСЭ предусматривает для ответственных механизмов освидетельствование, связанные с разборкой механизмов. Однако, производители современных СТС не предусматривают такую разборку, поскольку она связана с серьезными финансовыми расходами, использованием специального оборудования и привлечением высококвалифицированных специалистов.



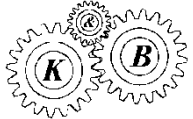
Характерные отказы и неисправности ВРК в процессе эксплуатации



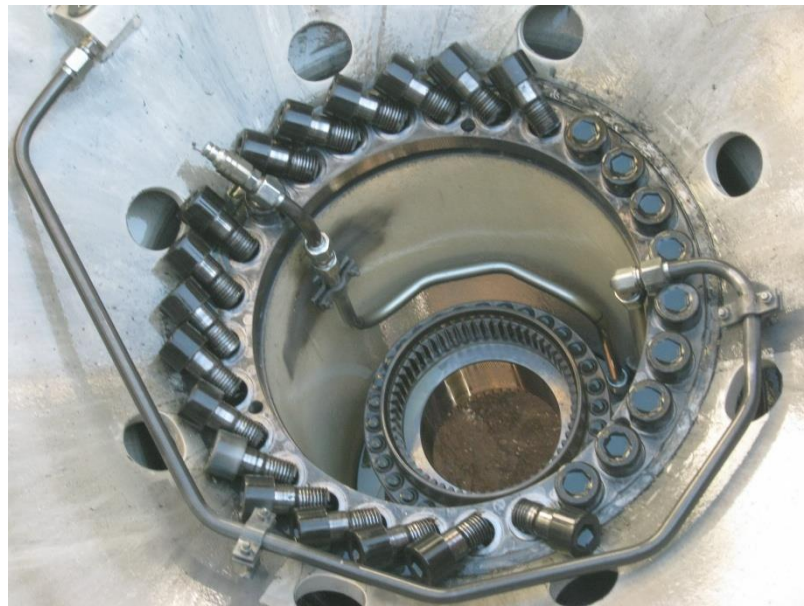


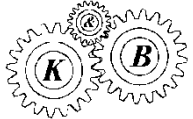
Трещины фундамента валопровода с карданным валом





Обрыв поворотной части ВРК



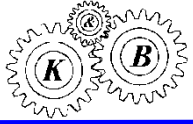


Трещина крепления насадки винта



Повреждение подшипника ВРК



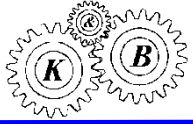


Контроль и оценка технического состояния судовых технических средств по параметрам вибрации

Альтернативой такого вида освидетельствований (разборка механизма) является введение Классификационным обществом методологии освидетельствования ТС, которая основана на использовании информации о фактическом состоянии механизмов и оборудования за период эксплуатации между освидетельствованиями. С этой целью РМРС в ПКЭС даны определения основных понятий, позволяющих применять на судах различные методы контроля технического состояния. К таким определениям относятся следующие:

- контроль (технического) состояния / Мониторинг (технического) состояния (CM — condition monitoring);
- неразрушающий метод контроля (non-destructive testing (NDT));
- система технического диагностирования (контроля технического состояния) (technical diagnostics (technical condition monitoring) system);
- техническое диагностирование (technical diagnostics);
- техническое обслуживание по состоянию / техническое обслуживание оборудования по состоянию (CBM — condition-based maintenance).

В ПКПМС изложены основные требования к системам мониторинга технического состояния, которые соответствует унифицированным требованиям УТ МАКО Z27.



Контроль и оценка технического состояния судовых технических средств по параметрам вибрации

Системы мониторинга технического состояния механизмов механической установки, которые должны быть согласованы Регистром как объекты классификационного освидетельствования на основе схемы планово-предупредительного технического обслуживания (СППТ) и контроля состояния (КС) предусматривают различные методы контроля:

- визуальный;
- параметрический;
- вибрационный;
- трибологический.

Из перечисленных наиболее эффективным в эксплуатации является вибрационный метод. С этой целью в «Правилах классификации и постройки морских судов» (ПКПМС) введен раздел 9 «Вибрация механизмов и оборудования. Технические нормы». В разделе регламентируются технические нормы вибрации для обширной номенклатуры СТС, устанавливаются основные параметры, характеризующие вибрацию.

Контроль и оценка технического состояния судовых технических средств по параметрам вибрации



РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОВ
RUSSIAN MARITIME REGISTER OF SHIPPING

T.14.13

СВИДЕТЕЛЬСТВО
О ПРИЗНАНИИ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ
RECOGNITION CERTIFICATE
OF TESTING LABORATORY

Настоящее свидетельство, выдано
 This is to certify that:

ООО "Э.И. Инженеринг" (TIN) 233157591
 ООО, 353900, Краснодарский край, г.Лангедонский, Промышленный пр-д, №14
 OOO "E.I. Engineering" (TIN) 233157591
 OOO, 353900, Krasnodar region, Novokuznetsk, Przemyslny pr-d, No.14

14, Przemyslny lane, Novokuznetsk region, Novokuznetsk, 353900, Russia.

допусти технической комиссии в соответствии с требованиями Российского морского регистра
 судостроения в отношении признания лаборатории в области признания, указанной в Приложении.
 is technically approved under the requirements of Russian Maritime Register of Shipping to carry out testing in the field in
 which it is recognised as certified in the Annex

Применение стандартизации в соответствии со стандартами, принятыми в 2020 году
 Application of standardization in accordance with standards adopted in 2020
 Правила классификации и постройки судов и изготовления материалов и изделий для судов, 2020
 Rules for the Classification and Construction of Sea-Going Ships, 2020
 Правила технической supervision во время постройки и изготовления материалов и изделий для судов, 2020
 Guidelines on Technical Supervision During Construction of Ships and Manufacture of Materials and Products for Ships, 2020

Акт освидетельствования № <u>20.001014.185</u>	от <u>02.07.2020</u>
Мочу Карты № _____	
Настоящее свидетельство действительно до <u>05.07.2025</u> The present Certificate is valid until	
при условии соблюдения всех условий <u>12</u> месяцев (months) subject to compliance with all	

Настоящее Свидетельство о признании серии судов в силе, установленной в Правилах
 технического судостроения по постройке судов и изготовления материалов и изделий для судов.
 This Recognition Certificate becomes lawful in case of compliance with Rules for the Technical Supervision during
 construction of Ships and Manufacture of Shipboard Materials and Products.

Дата выдачи <u>02.07.2020</u>	№ <u>20.00105.185</u>	
Date of issue	No.	

Российский морской регистр судостроения
 Russian Maritime Register of Shipping



Евдокимова Н.В. Я. / Yegorikova
 (signature, stamp)



<p align="center">ПРИЛОЖЕНИЕ ANNEX</p> <p align="right">(в форме Т.1.4.3 по Т.1.3.3)</p>	
<p align="center">к Сертификату о признании испытательной лаборатории № 20.00105.155 to Recognition Certificate of Testing Laboratory No. _____</p>	
<p>Наименование испытательного продукта Name of tested product</p>	<p>Коды, указывающие на определяемые характеристики Codes, indicating the determined characteristics/properties</p>
<p>Судовые насосы, компрессоры, сепараторы, конденсаторы, вихревые комплексы и электротехнические машины <i>Ship's pumps, compressors, separators, ventilators, vortical propeller units and electrical machines</i></p>	<p>21001600 <i>Гидроакустические измерения и испытания</i> <i>Vibroacoustic measurements and tests</i></p>
<p>Судовые двигатели и вспомогательные механизмы <i>Ship's engines and auxiliary arrangements</i></p>	<p>21001900 <i>Теплоакустические измерения и испытания</i> <i>Heat engineering measurements and tests</i></p>



Российский регистр судовладельцев
Russian Maritime Register of Shipping

Евсепкин И.В.И. Удиритель
(подпись, печать)
signature

PC T.1.4.3
01/2010



СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЗНАНИИ

№ 041439

Настоящим удостоверяется, что Российское Классификационное Общество признало за ООО «Искандер» - ИНН 2315187891 (юридический адрес: г. Волгоград, ул. Сима и Ветуга, д. 48) право собственности на патенты в соответствии с Правилами Российского Классификационного Общества на следующие виды работ:

в соответствии с требованиями ГТЭС:
 - информационную поддержку и испытания в информационно-систематических документах, интеллектуальную поддержку и испытания в информационно-систематических документах,
 - разработку документов и входы (формально-содержательный анализ предметного района, судья, технические средства (ТС)).

в соответствии с требованиями ГТЭС МС:
 - информационную поддержку и испытания в информационно-систематических документах, 23050300 - интеллектуальную поддержку и испытания в информационно-систематических документах.

заставлено в году 30.11.2023
 датой 30.11.2023



Договор заключен между ООО «Искандер»
 и Российским Классификационным Обществом

Искандер О.П.
(подпись)

30.11.2023



30.11.2023

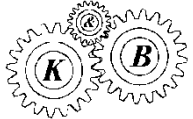
30.11.2023
 датой 30.11.2023

30.11.2023

С целью
осуществления
контроля за СТС по
параметрам
вибрации ООО «КБ
Инжиниринг»
получены
Свидетельства о
признании РКО и
РМРС

Контроль технического состояния ТС проводится на основании разработанных Методик контроля технического состояния, которые предполагают вибрационные измерения и оценку их результатов на основании действующих нормативных документов. Разработанные Методики согласованы и одобрены Классификационными обществами.

При вводе СТС в Систему мониторинга, регулярных измерениях и оценках их вибрационных характеристик, позволит существенно снизить эксплуатационные расходы (до 40%), предупредить аварийные случаи и т.п..



Контроль и оценка технического состояния судовых технических средств по параметрам вибрации

Центральный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт морского флота (АО «ЦНИИМФ»)
Central Marine Research & Design Institute (AO «CNIIMF»)

СВИДЕТЕЛЬСТВО № 0193-001-20 CERTIFICATE

Выдано / is issued **М.В. Гриценко / M.V. Gritchenko**
Год рождения / Birth year 1959 в том, что он с /
who has from "01" июня / June 2020 year по / till
"11" июня / June 2020 year успешно прошел
подготовку по согласованной Российской Морским
Регистром Судостроения и утвержденной Министерством
транспорта РФ программе "Контроль технического
состояния, диагностирование и дефектоскопия судовых
технических средств и корпусов" / Condition monitoring,
diagnosis and defectoscopy of shipboard technical
equipment and hull structures, completed
training course "Condition monitoring and diagnosis of
machinery and hull structures" approved by Russian Maritime
Register of Shipping and confirmed by Ministry of Transport of
Russian Federation Program in accordance with MR 227 IACS

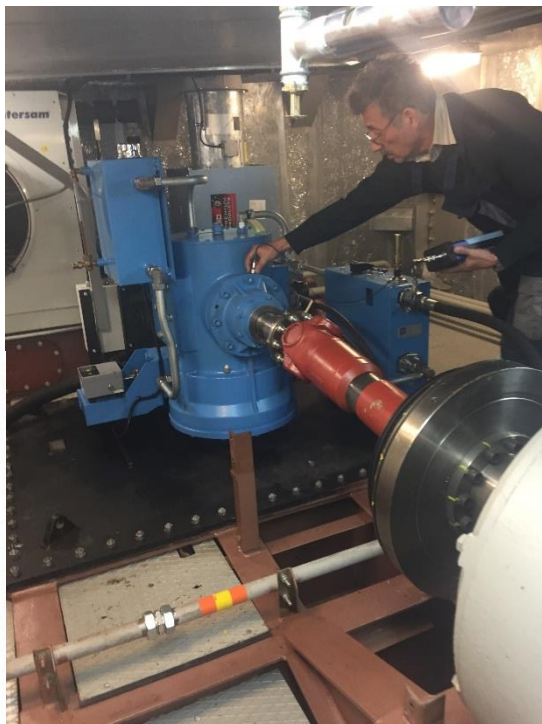


Подпись / Signature

СВИДЕТЕЛЬСТВО / CERTIFICATE 0193-001-20 подтверждает / confirms
квалификацию в соответствии с / qualification in accordance with ISO18436 and DIN EN ISO 9712:
по методам технической диагностики (ТД) / in test methods for technical diagnosis (TD):
1 - Вибрация / Vibration; 2 - Температура / Thermal; 3 - Анализ масла / Lubricant analysis;
4 - Характеристики рабочих процессов / Performance monitoring;
по методам неразрушающего контроля (НК) / in Non Destructive Testing methods (NDT):
5 - Ультразвуковая толщинометрия / Ultrasonic Thickness Measurement;
6 - Магнитная и канализарная дефектоскопия / Magnetic and penetrant defectoscopy

Уровень / Level	Тех. средства / Machinery Месяц / Month	Год / Year	Корпус, конструкц. / Hull structures Месяц / Month	Год / Year
I				
Метод / method	06			
II	ТД / TD			
Метод / method	НК / NDT			
III				
Метод / method				

Председатель комиссии
The Chairman of the Commission
Address: 3, Mezhevoy Canal, St.-Petersburg, 198055, Russia
Phone: +7 812 251-49-53 Fax: +7 812 490-92-06



Используемые
виброанализаторы
сертифицированы
органами Стандартизации
РФ и проходят ежегодную
поверку.

Контроль технического состояния
выполняется квалифицированными
специалистами, прошедшими
соответствующее обучение.



ИРСТИ ФБУ «ТЕСТ-С.-ПЕТЕРБУРГ»
Федеральное бюро в области обеспечения единства измерений
ОСНОВАН в 1991 г.

Аккредитованная
лаборатория
в области обеспечения
единства измерений
РА.RU.311483

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ

№ 0030421 Действительно до "11" марта 2021 г.

Средство измерений Шумомер, анализатор спектра, виброметр
многоканальный, порт. калибратор спектра классов, референционный микро-
четырёхканальный SVAN-958
и федеральная информационная база по обеспечению единства измерений, применяемая при утверждении типа
№39167-08

заводской (серийный) номер 35031
в составе см. на обороте
номер знака присваиваемой поверки 18004425279
поверено см. на обороте
наименование единиц величин, подлежащих измерению, на которых поверено средство измерений
в соответствии с МН 1873-88 "Виброметры с пьезоэлектрическими и индукционными
преобразователями. Методика поверки"
с применением эталонов: 3.1.2СП.1207.2015 Государственный эталон 1 порядка единиц
виброускорения, виброскорости и вибросмещения,
различ. типов и конструктивных исполнений, функционирующих при поверке
при следующих значениях влияющих факторов: температура окружающей среды
22,5 °C, относительная влажность 42 %, атмосферное давление 98,8 кПа
и на основании результатов парной (вспарываемой) поверки признано
пригодным к применению в объеме проведения поверки.

Знак поверки

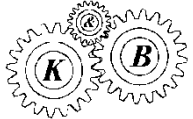
Начальник лаборатории
Подпись

Поверитель
Подпись

Кудрямова Рина Леонидовна
Заместитель начальника лаборатории
Подпись

№ 486691

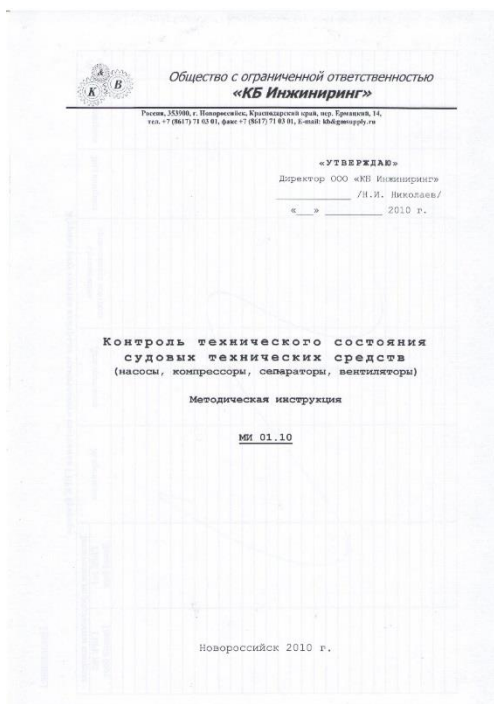
Дата поверки "11" марта 2020 г.



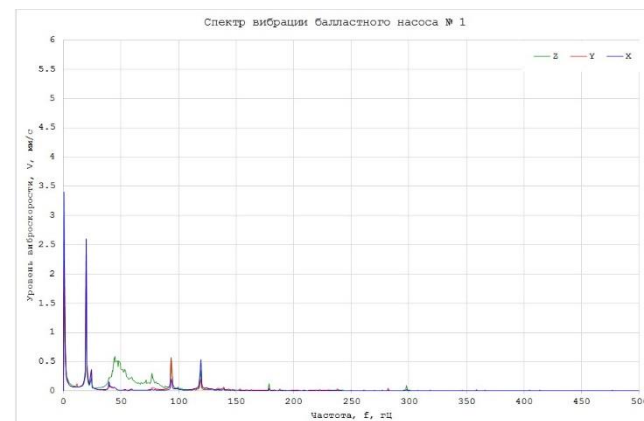
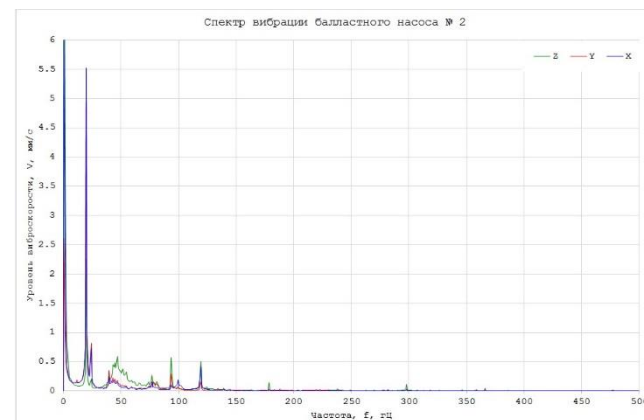
Контроль и оценка технического состояния судовых технических средств по параметрам вибрации

«Методика контроля технического состояния СТС» предназначена для оценки технического состояния различного судового оборудования.

В протоколе испытаний приведены результаты вибрационных испытаний судовых насосов на одном из танкеров.



Протокол Испытаний № 00001						Страница 1	
СТС № 3	«В» (<12.6 мм/с)				«С» (<4.5 мм/с)		
22. Насосы забортной воды главные, Q = 480 м³/час							
Уровни вибрации в 1/3 октавной полосе частот, мм/с				Сред. уровней вибрации, мм/с			
Основная частота 63 Гц				Диапазон 10 - 1000 Гц			
Полная опорная масса (находящаяся над)							
Напр.	X	Y	Z	X	Y	Z	
СТС № 1	1.25	1.85	0.64	1.41	2.01	1.18	
СТС № 2	0.66	3.34	0.93	1.10	3.30	1.76	
СТС № 3	0.70	1.75	0.63	1.03	1.61	0.8	
Нижняя опорная							
СТС № 1	1.24	0.70	0.36	1.46	3.00	1.36	
СТС № 2	0.94	3.71	0.93	1.54	3.20	1.18	
СТС № 3	0.81	2.32	0.78	1.39	2.57	1.09	
Категория состояния согласно							
Правила РС РФ				ISO 10816-3: 1998			
СТС № 1	«В» (<12.6 мм/с)			«В» (<4.5 мм/с)			
СТС № 2	«В» (<12.6 мм/с)			«В» (<4.5 мм/с)			
СТС № 3	«В» (<12.6 мм/с)			«В» (<4.5 мм/с)			
23. Питательные насосы вспомогательных котлов, Q = 86 м³/час							
Уровни вибрации в 1/3 октавной полосе частот, мм/с				Сред. уровней вибрации, мм/с			
Основная частота 63 Гц				Диапазон 10 - 1000 Гц			
Полная опорная масса (находящаяся над)							
Напр.	X	Y	Z	X	Y	Z	
СТС № 1	29.22	8.53	4.99	30.39	10.15	1.50	
СТС № 2	5.66	16.79	13.05	11.28	18.26	2.48	
Нижняя опорная							
СТС № 1	33.16	11.49	26.05	31.33	12.44	27.15	
СТС № 2	15.66	34.33	10.26	17.73	36.16	2.35	
Категория состояния согласно							
Правила РС РФ				ISO 10816-3: 1998			
СТС № 1	«С» (>12.6 мм/с)			«С» (>4.5 мм/с)			
СТС № 2	«С» (>12.6 мм/с)			«С» (>4.5 мм/с)			
24. Питательные насосы комбинированного котла, Q = 4 м³/час							
Уровни вибрации в 1/3 октавной полосе частот, мм/с				Сред. уровней вибрации, мм/с			
Основная частота 63 Гц				Диапазон 10 - 1000 Гц			
Полная опорная масса (находящаяся над)							
Напр.	X	Y	Z	X	Y	Z	
СТС № 1	3.17	4.56	1.77	3.35	4.80	2.38	
СТС № 2	4.50	6.02	1.45	5.08	6.49	2.97	
Нижняя опорная							
СТС № 1	4.12	6.03	0.75	5.31	6.64	2.85	
СТС № 2	6.37	7.15	0.99	6.71	7.83	2.20	
Категория состояния согласно							
Правила РС РФ				ISO 10816-3: 1998			
СТС № 1	«В» (<10.2 мм/с)			«С» (>4.5 мм/с)			
СТС № 2	«В» (<10.2 мм/с)			«С» (>4.5 мм/с)			
25. Насос скруббера, Q = 353 м³/час							
Уровни вибрации в 1/3 октавной полосе частот, мм/с				Сред. уровней вибрации, мм/с			
Основная частота 31.5 Гц				Диапазон 10 - 1000 Гц			



Контроль и оценка технического состояния судовых технических средств по параметрам вибрации

«Методика контроля вибрации электрических машин в эксплуатации» предназначена для оценки технического состояния различного судового оборудования.

В качестве примера приведен протокол вибрационных испытаний главного электродвигателя плавучего крана.



Контроль вибрации электронных машин в эксплуатации

МЕТОДИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

MEM 01.19



Получено: 2019 г.

Протокол испытаний № 05/2019
Серия 1

**Общество с ограниченной ответственностью
«КБ Инжиниринг»**

Рязань, 353901, Н. Новгород, Крестьянская стр., пер. Еремеева, 14,
тел. +7 (4912) 39 51 51, +7 (4912) 432 16 7, e-mail: info@kb-in.ru

Работы проводились в соответствии с требованиями ТУ
ОСТ 10.005.005-160 Лабораторная
до 05.05.2019 года

«УТВЕРЖАЮ»
Директор ООО «КБ Инжиниринг»
_____/Ивановых Н.В./
« ____ » января 2019 г.

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 05/2019
судовых технических средств**

Согласно заказу «17» января 2019 года на СМ «Испыт.» в соответствии с ГОСТ «Испытание на баче» проведено контроль технического состояния оборудования по номинальным параметрам, согласно ТУ 62.136 «Контроль: Избирательная электротехническая нагрузка в электрических сетях 0,05-400 В переменного тока», утвержденной 2019 г.

Контроль: номинальная номинальная нагрузка:

Анализатор тока и нагрузки «AVAN 9124» «Svantek Ltd» (Польша) зав. № 2676 совместно с датчиком «AVAN 9124» «Svantek Ltd» AP 89-100 зав. № 4631, дата поставки: «08» августа 2018 г. Свидетельство о поверке № 0134723.

основные контроли:

- Удельная правдоподобная загрузка (ПЗД) явского борта, тур: 238X315L5Y4, № - 425 kVA
- Главный правдоподобная загрузка (ПЗД) правого борта, тур: 238X315L5Y4, № - 405 kVA

Испытательная аппаратура:

- Анализатор тока и нагрузки «AVAN 9124» «Svantek Ltd» (Польша) зав. № 2676, дата поставки: «08» августа 2018 г. Свидетельство о поверке № 0134723.

Схема проведения контроля (рабочий 1).

Условия проведения контроля.

Измерения проводились на ходу СМ на рейде Рот Франк. Динамике правдоподобная. Состояние моря: спокойное; волнение 1 - 2 балла.

Режим работы	ПЗД явского борта	ПЗД правого борта
Пар. мин.	970 1360 1630	970 1360 1630
Пар. ГИ	16 25 25	36 25 23

Результаты проведенного контроля:

Состояние измерения (г. 1)	ПЗД явского борта			ПЗД правого борта		
	Политический поревокий (точка 1)	З	Х	Политический правый (точка 2)	З	Х
Направленная измерение						
Размах избирательной на частоте 50 Гц	0,024	0,024	0,025	0,002	0,001	0,002
Длиномера на частоте 50 Гц	1,67	1,82	1,75	0,12	0,09	0,16

Проектные измерения № 25/2019
страница 2

Частота вращения ГПДЗ $\omega_{\text{гпдз}} = 1369 \text{ мин}^{-1}$	
Размах вибрации на основной частоте, мм	0.006 0.013 0.004 0.003 0.018 0.004
Виброскорость на основной частоте, мм/с	0.66 1.44 0.45 0.51 2.02 0.43

Частота вращения ГПДЗ $\omega_{\text{гпдз}} = 1630 \text{ мин}^{-1}$	
Размах вибрации на основной частоте, мм	0.020 0.009 0.017 0.003 0.002 0.07
Виброскорость на основной частоте, мм/с	2.22 0.99 1.85 0.38 0.24 1.48

Категория состояния по нормам вибрации оценивается как:

«В» (состояние объекта по нормам нормальной эксплуатации)	«В»* (состояние объекта по нормам нормальной эксплуатации)

Рисунок 1. Место установки датчика на корпус ГПДЗ.

1. Главный приводной электродвигатель. 2. Муфта эластичная «Стойа».

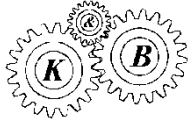
Точка № 1 – подшипник электродвигателя передатки; точка № 2 – подшипник электродвигателя задатки.

Место измерения (рис. 2)	ГПДЗ правого борта			
	Положения параллельно (точка 1)			
	Х	Y	Z	Х
Частота вращения ГПДЗ $\omega_{\text{гпдз}} = 970 \text{ мин}^{-1}$				
Размах вибрации на основной частоте, мм	0.015	0.011	0.004	0.010
Виброскорость на основной частоте, мм/с	1.05	0.81	0.27	0.73

Место измерения (рис. 2)	Частота вращения ГПДЗ $\omega_{\text{гпдз}} = 1369 \text{ мин}^{-1}$			
	Положения задний (точка 2)			
	Х	Y	Z	Х
Размах вибрации на основной частоте, мм	0.001	0.001	0.002	0.001
Виброскорость на основной частоте, мм/с	0.14	0.09	0.26	0.14

Место измерения (рис. 2)	Частота вращения ГПДЗ $\omega_{\text{гпдз}} = 1630 \text{ мин}^{-1}$			
	Положения задний (точка 2)			
	Х	Y	Z	Х
Размах вибрации на основной частоте, мм	0.002	0.001	0.008	0.003
Виброскорость на основной частоте, мм/с	0.26	0.16	0.84	0.33

[illegible]



Контроль и оценка технического состояния судовых технических средств по параметрам вибрации

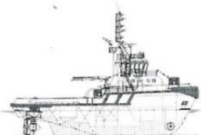
Основными объектами контроля для ООО «КБ Инжиниринг» являются винторулевые колонки (ВРК) различных производителей. С этой целью для каждого типа ВРК разработано около 10 Методик контроля их технического состояния, которые созданы на основе Приложения 35 к «Руководству по наблюдению за судами в эксплуатации» РМРС.



СИСТЕМА КС ВРК

МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ВИНТУРУЛЕВЫХ КОМПЛЕКСОВ
SRP 1010 фирмы «Schottel» морских судов проекта 01003

МИ 11.14



Новороссийск 2014 г.



СИСТЕМА КС ГВРК

Методика контроля технического состояния винторулевых колонок типа
VZ550 «VETN-Z-Drive» морского парома «Победа»
в эксплуатации

Методическая инструкция

МИ 01.17



Новороссийск 2017 г.



СИСТЕМА КС ГВРК

Методика контроля технического состояния главных винторулевых
колонок с механической зубчатой передачей типа ZF 4000 Z-Drive unit
самоходных плавучих кранов «Эксперт 1», «Эксперт 2» в эксплуатации

Методическая инструкция

МИ 02.19

Новороссийск 2019 г.

Контроль и оценка технического состояния судовых технических средств по параметрам вибрации

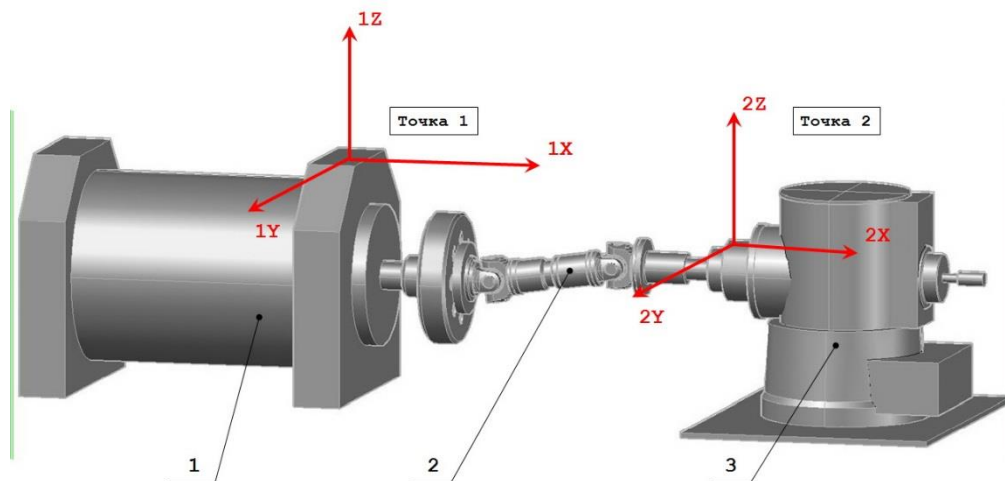
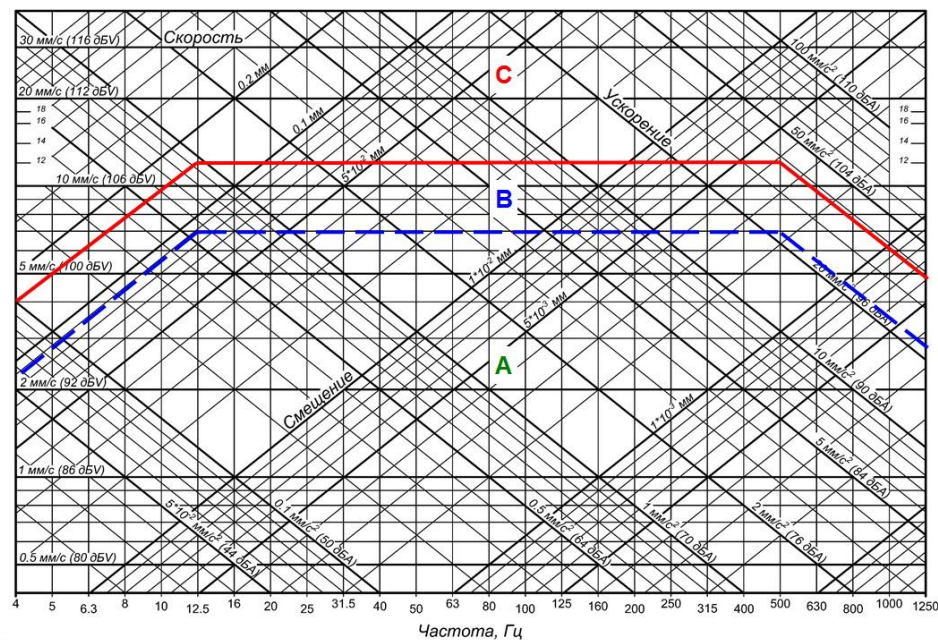
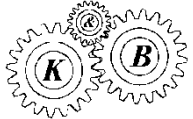


Схема проведения измерений на ГВРК с приводом от электродвигателя

Нормы вибрации ГВРК согласно ПКПМС

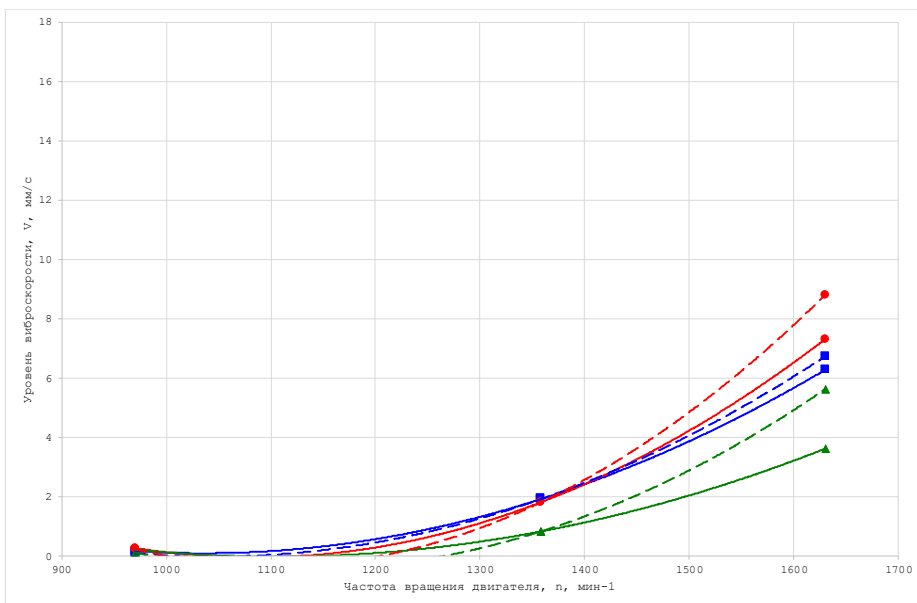




Контроль и оценка технического состояния судовых технических средств по параметрам вибрации

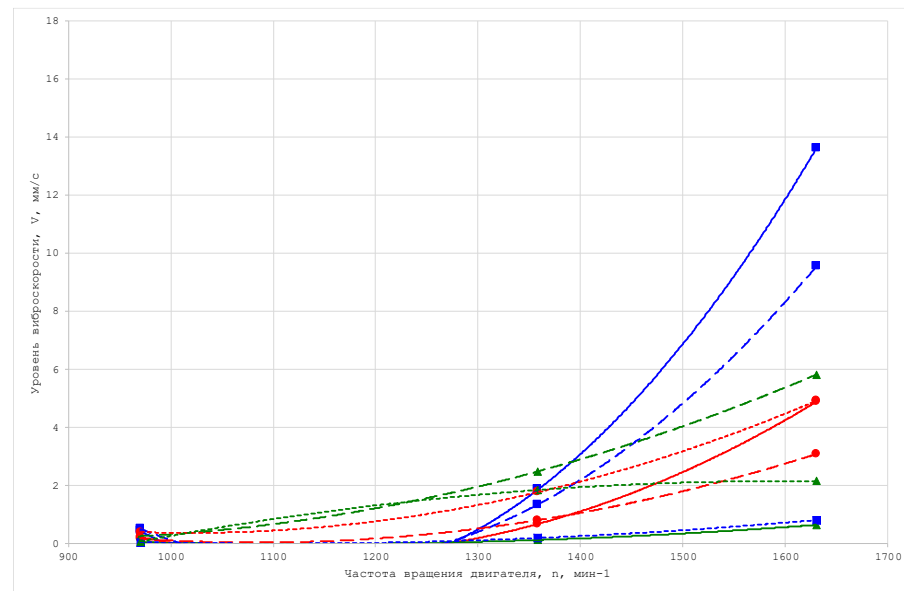
Электродвигатель плавкрана ПБ

Уровни виброскорости на частоте 2-й гармоники



ГВРК плавкрана ПБ

Уровни виброскорости на частоте 2-й гармоники



Из данного графического примера следует, что карданная передача влияет на рост вибрации (от эл. двигателя до ГВРК), тем самым уровни вибрации превышают допустимые. В данном случае можно дать рекомендации Судовладельцу по снижению нагрузки, что позволит эксплуатировать ГВРК в безопасном режиме.