

**ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕЕСТРА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

УТВЕРЖДАЮ

Директор БелГИМ

В.Д. Туревич

2018

Комплексы виброконтрольные КВ-А

Внесены в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь
Регистрационный номер № РБ 03 27 6912 18

Выпускают по ИЦФР.421411.010 ТУ «Комплексы виброконтрольные КВ-А. Технические условия».

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Комплексы виброконтрольные КВ-А (далее – комплексы) предназначены для измерения СКЗ виброскорости, относительного размаха виброперемещения, относительного линейного перемещения (смещения, осевого сдвига, теплового и относительного расширения), прогиба ротора, температуры, частоты вращения и формирования фазовой отметки.

Комплексы являются средством измерений специального назначения и относятся к измерительным системам ИС-1.

Комплексы применяются для непрерывного дистанционного измерения и контроля параметров вибрации, положения элементов, частоты вращения ротора, температуры, других технологических параметров турбин, турбокомпрессоров, центробежных насосов или любых других агрегатов атомной электростанции (АЭС) в составе системы контроля технологических параметров, построенной на основе унифицированных электрических аналоговых сигналов, полевой шины стандарта IEC RS-485 и Ethernet.

Область применения – только на Государственном предприятии «Белорусская АЭС».

ОПИСАНИЕ

Принцип действия комплексов основан на непрерывном преобразовании механических колебаний элементов конструкции контролируемого агрегата в унифицированные электрические и цифровые сигналы.

Комплекс является проектно-компонуемым изделием и состоит из набора измерительных каналов (ИК) с общим контроллером сбора вибросигналов (КСВ). Метрологические характеристики комплексов нормируются для каждого ИК.

Перечень ИК комплексов:

- канал измерения абсолютной вибрации (коды ВС, ВС2);
- канал измерения относительной вибрации (код ВП);
- каналы измерения механических величин (коды ПР, ОС1, ОС2, ОРР1, ОРР2, ТРК, ПРК);
- каналы измерения частоты вращения и фазоотметки (код ОБ);



- канал измерения температуры (код Т).

Обмен информацией с системой верхнего уровня осуществляется через сеть Ethernet со скоростью до 100 МБит/с с использованием протокола TCP/IP и по интерфейсу RS-485 в двухпроводном включении. Порты Ethernet предназначены для передачи в систему верхнего уровня результатов измерений, расчетов по заданным алгоритмам (расчеты в полосе частот, гармоник, фильтрацию и усреднение сигналов), интерфейс RS-485 – признаков сравнения результатов измерений и расчетов с заданными значениями предупредительных и аварийных уставок, а также наличия скачка измеряемого параметра над установившимся уровнем.

Комплексы относятся ко II категории сейсмостойкости.

Конструктивно комплекс выполнен в виде компактного металлического шкафа сейсмопрочного исполнения с защитой по ЭМС, внутри которого установлены измерительные каналы (кроме первичных преобразователей, блоков индикации выносных, соединительных жгутов) и КСВ. Преобразователи измерительные и нормирующие ИК могут быть расположены вне шкафа в переходных коробках (коробках соединительных).

Комплекс обеспечивает контроль доступа к оборудованию – при открывании дверцы шкафа комплекса срабатывает магнитный датчик выключателя дверцы, и сигнал об открывании передается в систему верхнего уровня. В первичных преобразователях и преобразователях измерительных и нормирующих ИК в соответствующих местах предусмотрены элементы ограничения доступа – таблички контроля вскрытия или пломбы.

Внешний вид комплексов представлен на рисунке 1.

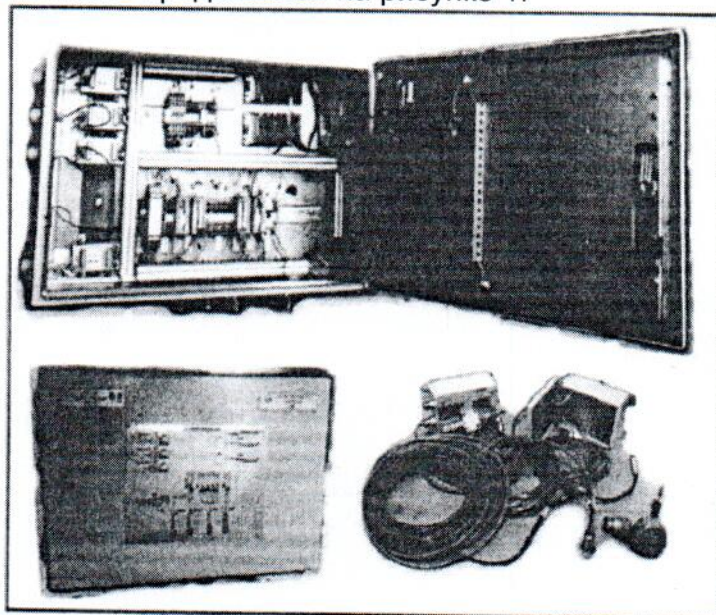


Рис. 1 – Комплекс виброконтрольный КВ-А

Встроенное энергонезависимое программное обеспечение (далее – ПО) комплекса реализовано на ПО КСВ. Базовое ПО КСВ - 643.07623615.80090-01.

Модификация базового ПО в процессе эксплуатации не предусмотрена. Конфигурирование комплекса осуществляется с помощью сервисного ПО с использованием разграниченного доступа с помощью системы паролей.

Комплекс имеет ПО с уровнем защиты С.

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии	Цифровой идентификатор ПО		Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
			Для комплекса с контроллером UC-7408-LX-T	Для комплекса с контроллером UC-8410-LX-T	
Программа расчета параметров вибрации	Calc_Signal_Results	1.2.0	3a5aad31b18d999e eeca29cd3a6bcef4	a43ac5b059f9e4b0 42659df016fe2ba8	md5
Драйвер ИК ПР, ОБ	DPI_MB	1.2.0	52a17c58d2126029 c9b7f2680149cc27	d324e5ea89d3fe96 b6a6475e4dad9790	md5
Драйвер обмена по сети Ethernet	Exchange_TCP	1.2.0	3b89e222df1d24b6 4d32f0a3f4956122	b4e8cab6a068e678 17aa41cc6c866de9	md5
Драйвер ИК ВС, ВС2, ВП	ID_Driver	1.2.0	4cf38673f31d070e2 39a95d2d11098fe	052293ef56aa3a11 8ca98c5f135a7d5c	md5
Программа управления работой контроллера	KSV	1.2.0	b6b0cf93433c72ed c9e0457299307eed	fc1a74c43d34f6e4a 40252450c51eddc	md5
Программа обмена по протоколу MOD-BUS_RTU	MB_Devices	1.2.0	901e8fc953480a8c dca730f908495b2a	aecd484545e72adc 1c4de9d336d92d9a	md5
Драйвер ПТИ	PTI	1.2.0	0db630e51c45909d 69cc195473229538	4cc98e1a9001a54a ba5838200360e528	md5

ПО комплекса обеспечивает:

- а) накопление информации во внутреннем кольцевом буфере. Объем буфера обеспечивает хранение информации за период времени не менее 3 мин;
- б) цифровую фильтрацию сигнала в заданной полосе частот с использованием фильтров до 8 порядка. По умолчанию задана полоса частот от 10 до 1000 Гц;
- в) расчет значений следующих параметров (в единицах физических величин):
 - СКЗ виброскорости в заданной полосе частот;
 - СКЗ виброскорости низкочастотной вибрации в полосе частот от 10,0 до 12,5 Гц (нижняя и верхняя частоты задается в пределах от 0 до 50 Гц);
 - размах виброскорости;
 - пик-фактор виброскорости;
 - размах виброперемещения в заданной полосе частот;
 - среднее значение виброперемещения (зазор);
- г) усреднение рассчитанных параметров за заданный интервал времени в пределах от 100 до 80000 мс;
- д) сравнение основного параметра датчика, а также рассчитанных и усредненных параметров со значениями верхних и нижних пределов «норма», «предупреждение» и «авария»;
- е) анализ наличия скачка параметров относительно их установившихся значений за заданный период времени (по умолчанию – за 3 с);
- ж) анализ наличия медленного роста параметров относительно их установившихся значений за заданный период времени (по умолчанию – за 72 ч);
- з) формирование с заданной задержкой (по умолчанию – 3 с) флагов результатов



сравнения и анализа по перечислениям д) - ж);

и) расчет скорости вращения ротора, при наличии соответствующих меток в принимаемой от датчиков информации;

к) формирование признаков достоверности расчетных результатов;

л) периодичность расчета параметров по перечислениям в) - к) не более 200 мс;

м) вычисление спектра сигнала с числом линий от 512 до 4096, с использованием окна – «прямоугольного» или «Ханнинга»;

н) вычисление СКЗ виброскорости по спектру сигнала в четырех задаваемых полосах частот. Периодичность расчета от 2 до 10 с;

о) вычисление амплитуды и фазы 1...10 гармоник основной частоты, равной частоте вращения ротора, в единицах физических величин по выборкам мгновенных значений сигнала, синхронизированными с сигналами фазоотметчика. Периодичность расчета – от 1 до 10 с.

ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основные метрологические и технические характеристики комплексов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение
1	2
Рабочий диапазон ¹ измерения СКЗ виброскорости	от 0,5 до $V_{\max}$
Пределы ² допускаемой основной относительной погрешности измерения виброскорости в рабочем диапазоне измерений на базовой частоте 160 Гц: а) по токовому выходу б) по выходам Ethernet	$\pm(0,06+0,02/I_{\text{вых}}) \cdot 100 \%$ $\pm(0,05+0,01/V_{\text{изм}}) \cdot 100 \%$
Частотный диапазон ИК ВС, ВС2, Гц: а) при измерении СКЗ виброскорости: - для ИК ВС - для ИК ВС2 б) преобразования мгновенного значения виброскорости: - для ИК ВС - для ИК ВС2	от 10 до 1000 от 2 до 1000 или от 10 до 1000 от 10 до 2500 от 2 до 2500
Пределы допускаемой неравномерности АЧХ ИК относительно значения на базовой частоте, %: а) для ИК ВС: - в диапазоне частот от 20 до 2500 Гц - в диапазоне частот от 10 до 20 Гц б) для ИК ВС2: - в диапазоне частот от 5 до 2500 Гц - в диапазоне частот от 2 до 5 Гц	$\pm 12,5$ от 0 до минус 20 $\pm 12,5$ от минус 12,5 до минус 30
Рабочий диапазон ³ измерения относительного размаха виброперемещения	от $0,07 \cdot S_{\max}$ до $S_{\max}$
Пределы ⁴ допускаемой основной относительной погрешности измерения виброперемещения ИК ВП в рабочем диапазоне измерений на базовой частоте 160 Гц	$\pm(0,06+0,5/S_{\text{изм}}) \cdot 100 \%$
Частотный диапазон ИК ВП, Гц	от 5 до 500



Продолжение таблицы 2

1	2
Пределы допускаемой неравномерности АЧХ ИК ВП относительно значения на базовой частоте, %: - в диапазоне частот от 10 до 20 Гц - в диапазоне частот от 20 до 1000 Гц	от 0 до минус 20 ± 10
Диапазоны измерений каналов измерения механических величин, мм: - ПР - ОС1 - ОС2 - ОРР1 - ОРР2 - ТРК - ПРК	от 0,01 до 0,20 от минус 2,5 до плюс 1,5; от минус 2,0 до плюс 2,0; от 0 до 4 от минус 1,0 до плюс 1,0 от минус 5 до плюс 5 от минус 5 до плюс 45 от 0 до 40; от 0 до 20; от 0 до 10 от 0 до 320
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения механических величин (кроме ИК ПР) в рабочем диапазоне измерений, %	± 3
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения перемещения ИК ПР, мкм	± 10
Постоянная времени измерения перемещения ИК ПР относительно среднего значения, мин Частотный диапазон измерения, Гц	10 от $1,67 \cdot 10^{-3}$ до 250
Диапазон ⁵ измерения частоты вращения, об/мин	от $n_{\min}$ до $n_{\max}$
Пределы ⁶ допускаемой основной относительной погрешности измерения частоты вращения ИК в рабочем диапазоне измерений: а) по токовому выходу б) по выходам Ethernet и индикатору блока индикации выносного, об/мин	$\pm(0,03+0,02/(I_{\text{Вых}}-4)) \cdot 100 \%$ $\pm 1 \cdot 10^{-3} \cdot n_{\max}$
Рабочий диапазон измерения температуры, °С	от 0 до 85
Пределы допускаемой абсолютной погрешности ИК при измерении температуры в рабочем диапазоне измерений, °С	± 2
Напряжение питания комплекса от источника постоянного тока, В	от 20 до 30
Потребляемая мощность комплекса, Вт, не более	24
Режим работы комплекса	непрерывный круглосуточный
Габаритные размеры шкафа комплекса (ширина x глубина x высота), мм, не более	600x227x440
Масса комплекса не более 40,0 кг, в том числе, кг, не более: - вибропреобразователь ИК ВС - преобразователь виброскорости ИК ВС2 - преобразователь вихретоковый ПВ датчика перемещения ДП-И ИЦФР.402248.001 со жгутом - датчик вихретоковый ДВТ20 ВШПА.421412.034 - датчик вихретоковый ДВТ40.10 ВШПА.421412.155 и ДВТ 40.30 ВШПА.421412.155-02 - датчик вихретоковый ДВТ50 ВШПА.421412.035 - датчик температуры ИКЛЖ.405212.022 - шкаф комплекса - коробка соединительная в сборе - блок индикации выносной ИЦФР.402233.003	0,4 0,5 4,0 1,4 0,8 0,9 0,7 23,0 5,0 0,8



Окончание таблицы 2

1	2
Средняя наработка на отказ комплекса, ч, не менее	50000
Срок службы комплекса при условии замены составных частей, выработавших свой ресурс, лет, не менее	30
Примечания: 1 $V_{\max}$ – от 10 до 32 мм/с (для ВС) и от 10 до 50 мм/с (для ВС2). 2 $I_{\text{вых}}$ – значение выходного тока, мА; $V_{\text{изм}}$ – измеренное значение СКЗ виброскорости, мм/с. 3 $S_{\max}$ от 125 до 500 мкм. 4 $S_{\text{изм}}$ – измеренное значение размаха виброперемещения, мкм. 5 $n_{\min}=60/K_n$; $n_{\max}\leq 2,4\cdot 10^5/K_n$, где K_n – количество зубьев колеса. 6 $I_{\text{вых}}$ – значение выходного тока, мА.	

ИК осуществляет формирование фазовой отметки - импульса напряжения (по выходу напряжения) прямоугольной формы длительностью $(1,0\pm 0,1)$ мс при прохождении зуба зубчатого колеса перед первичным преобразователем датчика ИК.

Рабочие условия эксплуатации комплекса:

- комплекс (кроме первичных преобразователей ИК) устойчив при изменении температуры окружающего воздуха от 5°C до 60°C :

а) для ИК ВП пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерения, вызванной изменением температуры окружающего воздуха на 1°C от нормальной до 5°C , составляют $\pm 0,1\%$ и от нормальной до 60°C – $\pm 0,07\%$;

б) для ИК ПР пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерения, вызванной изменением температуры окружающего воздуха на каждый 1°C в пределах от нормальной до 5°C , составляют $\pm 0,5$ мкм и от нормальной до 60°C – $\pm 0,6$ мкм;

в) для ИК ОС1, ОС2, ОРР1, ОРР2, ТРК, ПРК в диапазоне от 5°C до 60°C , пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерения, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до конечных значений, составляют $\pm 3,0\%$;

- вибропреобразователи АР36-10-02, АР36-30-02, АР36-100-02 (ИК ВС) устойчивы в диапазоне температур от минус 50°C до плюс 125°C , коэффициент влияния от изменения температуры окружающего воздуха от минус 50°C до плюс 20°C не более $0,08\%/^\circ\text{C}$, от 20°C до 125°C – не более $0,04\%/^\circ\text{C}$;

- вибропреобразователь АР36-30-03 (ИК ВС) устойчив в диапазоне температур от минус 50°C до плюс 150°C , коэффициент влияния от изменения температуры окружающего воздуха от минус 50°C до плюс 125°C не более $0,08\%/^\circ\text{C}$, от 125°C до 150°C – не более $0,2\%/^\circ\text{C}$;

- преобразователь виброскорости АV04 (ИК ВС2) устойчив в диапазоне температур от минус 40°C до плюс 125°C , коэффициент влияния от изменения температуры окружающего воздуха от минус 40°C до плюс 125°C не более $0,1\%/^\circ\text{C}$;

- преобразователи вихретоковые ПВ (ИК ВП, ОБ, ПР) устойчивы в диапазоне температур от минус 40°C до плюс 150°C , для ИК ПР пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерения, вызванной изменением температуры окружающего воздуха на каждый 1°C в пределах от нормальной до конечных значений рабочих температур, составляют минус $0,25$ мкм;

- датчики ДВТ20 и ДВТ40 (ИК ОС1, ОС2, ОРР1, ОРР2) устойчивы в диапазоне температур от 5°C до 180°C , пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерения, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до конечных значений, составляют $\pm 5\%$;



- датчики ДВТ50 (ИК ТРК, ПРК) устойчивы в диапазоне температур от 5 °С до 125 °С, пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерения, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до конечных значений, составляют $\pm 5\%$;

- комплекс (кроме первичных преобразователей ИК) устойчив к воздействию повышенной влажности до 95 %, первичные преобразователи – до 98 % при температуре 35 °С и более низких температурах без конденсации влаги;

- для ИК ОС1, ОС2, ОРР1, ОРР2, ТРК, ПРК пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерения, вызванной влиянием относительной влажности на комплекс, составляют $\pm 2,0\%$.

Приведенные погрешности (основная и дополнительная) нормируются к ширине диапазона измерения.

ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

Знак утверждения типа Республики Беларусь наносится типографским способом на титульный лист эксплуатационной документации.

КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплектность поставки комплекса приведена в таблице 3.

Таблица 3

№ пп	Наименование изделия	Количество	Примечание
1	Комплекс виброконтрольный КВ-А ИЦФР.421411.010-XX, где XX - исполнение комплекса	1 шт.	-
2	Формуляр ИЦФР.421411.010ФО	1 шт.	-
3	Руководство по эксплуатации ИЦФР.421411.010РЭ	1 шт.	-
4	Руководство оператора 643.07623615.80100-01 34 01	1 шт.	-
5	Компакт-диск ИЦФР.467371.024	1 шт.	-
6	Комплект монтажных частей ИЦФР.442611.017	1 шт.	-
7	Комплект ЗИП-Г	-	По отдельному заказу
8	Паспорта, формуляры, этикетки, руководства по эксплуатации на элементы, входящие в состав комплекса	-	По исполнению

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексы виброконтрольные КВ-А соответствуют требованиям ИЦФР.421411.010 ТУ.

Поверку для Республики Беларусь проводить по Разделу 4 документа ИЦФР.421411.010РЭ, утвержденному в 2012 году (изменение № 1-ВУ).

Межповерочный интервал – не более 18 месяцев.



ИЗГОТОВИТЕЛЬ

Федеральное государственное унитарное предприятие Российский Федеральный ядерный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»)

Адрес: Российская Федерация, 607188, г. Саров, Нижегородская область, пр. Мира, 37

Тел.: +8 (83130) 2-48-02

Факс: +8 (83130) 2-94-94

Email: staff@vniief.ru

Веб-сайт: www.vniief.ru

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

Федеральное государственное унитарное предприятие Российский Федеральный ядерный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»)

Адрес: Российская Федерация, 607188, г. Саров, Нижегородская область, пр. Мира, 37

Тел.: +8 (83130) 2-48-02

Факс: +8 (83130) 2-94-94

Email: staff@vniief.ru

Веб-сайт: www.vniief.ru

Начальник научно-исследовательского отдела
законодательной и теоретической метрологии,
научно-технических программ

М.В.Шабанов

