

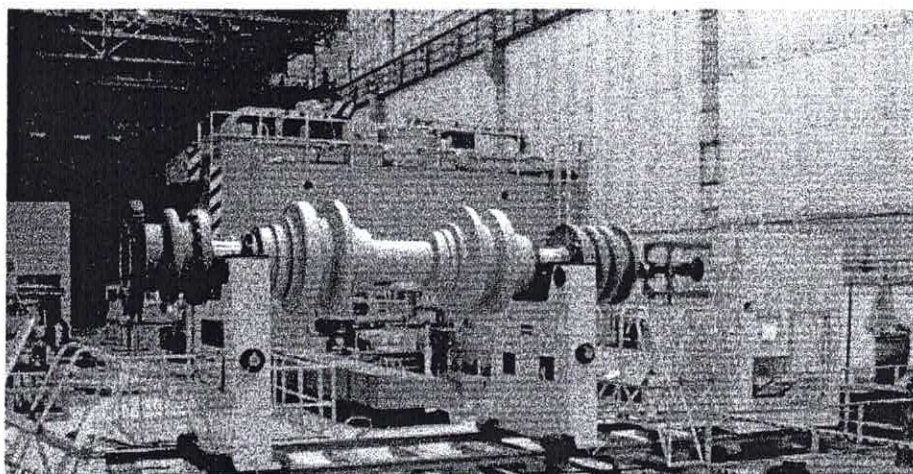


ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ДИАМЕХ 2000»

БАЛАНСИРОВОЧНЫЙ СТАНОК

МОДЕЛИ ВМ 65000

С ВИБРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ ПРИБОРОМ "САФИР-2"



РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
ВМ 65000.002.000 РЭ

Москва

2009 г.

ВНИМАНИЕ !

Данный документ должен быть обязательно прочитан операторами, наладчиками, ремонтным персоналом и другими лицами, ответственными за установку, пуско-наладку, эксплуатацию, техническое обслуживание оборудования и поддержание его в рабочем состоянии.

Внимательно прочтите указания и правила обеспечения безопасности, приведенные в данном руководстве.

Недопустимо приступать к эксплуатации оборудования до тех пор, пока вы полностью не прочтете и изучите материал, содержащийся в данном Руководстве и другой документации, сопровождающей поставляемое оборудование.

Использование всех рекомендованных в Руководстве мер безопасности обязательно.

Наряду с мерами, указанными в Руководстве, следует соблюдать положения Федерального закона «Об основах охраны труда» от 17 июля 1999 года N 181-ФЗ и правила по предотвращению несчастных случаев и охране окружающей среды, действующие на вашем предприятии.

При этом следует помнить о том, что безопасность должна быть поставлена во главу угла при эксплуатации любого оборудования.

Руководство не отражает незначительных конструктивных изменений в оборудовании, внесенных изготовителем после подписания к выпуску в свет данного Руководства, а также изменений по комплектующим изделиям и документации, поступающей с ними. Эти изменения лишь означают, что наше оборудование постоянно совершенствуется с целью все более полного удовлетворения потребностей его пользователей.

Желаем вам приятной и продуктивной работы на нашем оборудовании!

ОГЛАВЛЕНИЕ

Раздел	Содержание	Стр.
	ВВЕДЕНИЕ	5
1.	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	5
1.1.	Назначение станка	5
1.2.	Квалификация персонала	6
2.	ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	8
2.1.	Грузоподъемность и диапазоны показаний	7
2.2.	Основные размеры балансируемого изделия	7
2.3.	Привод	7
2.4.	Габариты и вес оборудования	7
2.5.	Типовой комплект поставки станка	8
3.	ОПИСАНИЕ СТАНКА	9
3.1.	Основание	9
3.2.	Опорные стойки	10
3.3.	Шпиндельная бабка с электроприводом	13
3.4.	Кардан с ограждением	17
3.5.	Виброизмерительный прибор «САФИР-2»	19
3.6.	Установка для контроля биений	20
4.	УКАЗАНИЯ ПО МЕРАМ БЕЗОПАСНОСТИ	24
4.1.	Общие требования	24
4.2.	Обеспечение безопасности	24
5.	УСТАНОВКА	26
5.1.	Требования к месту установки	26
5.2.	Порядок распаковки и установки и сборки	29
5.3.	Проверка установки	31
6.	ПОДГОТОВКА К БАЛАНСИРОВКЕ	32
6.1.	Подготовка ротора	32
6.2.	Подготовка станка	34
6.3.	Укладка ротора на станок и разгрузка станка	35
6.4.	Предварительный пуск станка с ротором	37
6.5.	Установка фотоотметчика и лазерного указателя.	38
7.	ТЕХНИКА БАЛАНСИРОВКИ НА СТАНКЕ	40
7.1.	Метод коэффициентов влияния	40
7.2.	Пробные пуски для определения КВ	42
7.3.	Корректировка распределения массы ротора	45

ОГЛАВЛЕНИЕ (продолжение)

Раздел	Содержание	Стр.
8.	КОНТРОЛЬ БИЕНИЙ	47
8.1.	Настройка установки контроля биений	47
8.2.	Пояснения по работе с экраном «Измерение геометрии»	47
8.3.	Последовательность действий оператора	55
9.	МЕТОД КОНТРОЛЯ ТОЧНОСТИ СТАНКА	56
10.	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	57
11.	ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ	58
	ПРИЛОЖЕНИЕ № 1 Номограмма «Нормы на уравнивание роторов»	60
	ПРИЛОЖЕНИЕ № 1 Номограммы для определения высоты подъема роликового блока балансировочного станка ВМ 65000	62
	ПРИЛОЖЕНИЕ № 2 Схема принципиальная электрическая типового балансировочного станка модели ВМ 65000	64

ВВЕДЕНИЕ.

Данное «Руководство по эксплуатации» (далее – «Руководство») балансировочного станка модели ВМ 65000 (далее – «станок») должно рассматриваться как неотъемлемая часть поставляемого оборудования и в совокупности с другими входящими в комплект поставки документами, должно быть доступно для операторов, ремонтников-электриков и ремонтников-механиков эксплуатирующего предприятия.

Прочтение Руководства облегчит знакомство со станком и даст возможность полного использования его возможностей в соответствии с его назначением.



В настоящем Руководстве применен специальный символ (три восклицательных знака), указывающий на необходимость обратить особое внимание на текст, отмеченный им.



Данный символ означает, что следует точно придерживаться рекомендаций и указаний для того, чтобы избежать нарушений технологического процесса, поломки оборудования, ущерба для здоровья людей и т.п.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

1.1. Назначение станка.

Станок относится к разряду машин для динамической балансировки, то есть технических устройств, позволяющих определить систему грузов для назначенных заранее плоскостей коррекции контролируемого ротора, которые позволят устранить неравномерность распределения масс в роторе относительно его оси (т.н. «дисбаланс»).

По степени специализации станок является универсальным, то есть на нем можно производить уравнивание любых изделий, масса, размеры и требуемая точность балансировки которых, находятся в пределах, указанных в паспорте станка.

Класс точности уравнивания на станке ВМ 65000 соответствует классу точности П согласно ГОСТ 20076-89.

Вид климатического исполнения У, УХЛ4 (N, NF) по ГОСТ 15150-69.

Вид климатического исполнения станка - У, УХЛ4 (N, NF) по ГОСТ 15150-69.

При хранении станка на складе условия хранения должны соответствовать категории "4" по ГОСТ 15150-69, т.е. под навесом при температуре воздуха от -50°C до +50°C в условиях чистой атмосферы (среднегодовая влажность воздуха 80% при +15°C).

Срок хранения станка без переконсервации - 6 месяцев.

Гарантированный срок службы станка – не менее 8 лет с даты выпуска.

1.2. Квалификация персонала.

К наладке, эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту допускается персонал, имеющий соответствующую квалификацию и прошедший обучение работы на станке. Необходимо иметь документальное подтверждение квалификации персонала.



Владелец или его уполномоченный представитель несет ответственность за обучение неопытного персонала и необходимую подготовку квалифицированного персонала правилам безопасной эксплуатации и обслуживания станка.



Обучающийся персонал должен работать на станке только под наблюдением опытного лица, уполномоченного на проведение обучения.

К обслуживанию электрооборудования станка может быть допущен специалист не ниже III группы по ПТБЭ

2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ (Согласно Международному стандарту ИСО 2953:1999)

2.1. Грузоподъемность и диапазоны показаний

Масса ротора - максимальная:	65000,0 кг
Масса ротора – минимальная:	8000,0кг
Максимальная сила, приходящаяся на одну опору:	300000 Н
Минимальный достижимый остаточный удельный дисбаланс при балансировке контрольного (эталонного) ротора, изготовленного согласно требованиям ГОСТ 20076-89, г·мм/кг = мкм	0,4 г·мм/кг:
Порог чувствительности станка (наименьшая единица коррекции по ГОСТ 20076-89), г·мм/кг = мкм	0,2 г·мм/кг:
Минимальная длительность цикла определения корректирующих масс для двух плоскостей ротора, раскрученного до технологической частоты вращения	60 сек.
Диапазон частот вращения балансируемого ротора, при которых измерительный блок выполняет определение дисбаланса	100...250 об/мин

2.2.Размеры ротора.

Параметр, мм	Мин.	Макс.
Общая длина ротора без надставки основания	-	12000
Диаметр ротора над основанием	100	4000
Диаметр опорной шейки	100	530
Расстояние между серединами опорных шеек ротора	800	12000
Разница диаметров опорных шеек	-	400

2.3.Привод.

Тип привода	Карданный
Электропитание трехфазного переменного тока	380 В; 50 Гц; 63 А
Тип электродвигателя	Асинхронный
Мощность электродвигателя, кВт в стандартном исполнении (может быть увеличена в зависимости от инерционных характеристик балансируемого ротора)	37,0
Диапазон скоростей двигателя, об/мин:	0÷1500

2.4.Габариты и вес станка в базовом исполнении.

Предельные габариты станка, мм (Д×Ш×В):	17000×2500×2800
Масса станка нетто, кг:	21700
Масса станка брутто, кг:	24000

2.5. Типовой комплект поставки станка.

№ п/п	Наименование	Кол-во
1.	Станок балансировочный мод. BM 65000, в сборе, в составе: <ul style="list-style-type: none"> • Основание; • Шпиндельная бабка с электроприводом с регулируемой частотой вращения; • Две стойки с роликовыми блоками, датчиками вибрации; 	1
2.	Виброизмерительный прибор «САПФИР-2» в комплекте (фотоотметчик, магнитный держатель, светоотражающие метки)	1
3.	Опорные ролики диаметром 460 мм шириной 260 мм	4
4.	Опорные ролики диаметром 300 мм шириной 140 мм	4
5.	Опорные ролики диаметром 300 мм шириной 92 мм	4
6.	Устройство для захвата опорных роликов при их замене	1
7.	Карданный вал с двумя шарнирными муфтами	1
8.	Болт M16 крепления карданного вала	16
9.	Комплект штанг индикатора контроля осевого биения из 3-х шт.	1
10.	Помост для обслуживания карданного вала и опорного блока	2
11.	Лестница для обслуживания роликового блока	2
12.	Рукоятка храповая для механизма перемещения стоек	2
13.	Рукоятка для механизма вертикального перемещения роликового блока	4
14.	Фотоотметчик с магнитной стойкой и комплектом светоотражающих меток	1
15.	Комплект эксплуатационной документации (руководство по эксплуатации, паспорт балансировочного станка и прибора)	1

	<u>Дополнительная комплектация (может поставляться по заказу)</u>	
	<p>Установка для контроля биений КП 1.000.000 в составе:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Рама с механизмом перемещения, стойкой и рейкой – 2 шт.; • Комплект из 3-х насадок для измерения биений – 1 шт. • Индуктивный преобразователь М-023-03 – 2 шт. • Блок «БИН-2И» с двумя измерительными каналами - 1шт. • Блок питания – 1 шт. • Комплект соединительных кабелей – 1шт. • Паспорт М-200.000-00ПС (блок «БИН-2И») – 1 шт. 	
	Весы электронные мод. ПВ-15 грузоподъемностью до 15 кг	
	Устройство печатающее	

3. ОПИСАНИЕ СТАНКА

Балансировочный станок модели ВМ 65000 предназначен для динамической балансировки тел вращения и является представителем семейства балансировочных станков резонансного типа.

Конструкция податливых шарнирных опор данного станка и других станков серии ВМ*** производства ООО «ДИАМЕХ 2000» дает возможность производить балансировку роторов¹⁾ с высокой точностью на сравнительно низких частотах вращения.

¹⁾ Здесь и далее в тексте «роторами» будут именоваться различные изделия, балансируемые на станке.

При балансировке ротора укладываются на опорные элементы станка поверхностями, которые в тексте именуется термином «опорные шейки».

Для определения остаточной неуравновешенности ротора, уложенного на станке, его необходимо вращать с постоянной угловой скоростью в продолжение 0,5..3 мин.

В качестве привода вращения используется асинхронный электродвигатель переменного тока, передающий крутящий момент через карданную передачу непосредственно на ротор.

Процесс определения остаточной неуравновешенности происходит в полуавтоматическом режиме с помощью измерительной системы, состоящей из датчиков вибрации (акселерометров), установленных в податливой опорной системе станка, и виброизмерительного прибора «САПФИР-2». По замерам вибрации опор виброизмерительный прибор «САПФИР-2» производит расчет величин корректирующих масс и углов их установки по отношению к метке и выводит эти результаты на свой дисплей, и при необходимости передает данные на персональный компьютер, накопитель данных, принтер и т. п. устройства.

В зависимости от конструкции ротора коррекция массы происходит в соответствующих плоскостях либо нанесением, либо съемом массы.

Процесс балансировки ротора, т.е. устранения остаточной неуравновешенности, как правило, состоит из 4...8 измерительных пусков станка и 2...5 приемов коррекции массы и завершается при достижении требуемого остаточного дисбаланса, указываемого в его рабочем чертеже.

Типовой балансировочный станок модели ВМ 65000 производства ООО «ДИАМЕХ 2000», показанный на рисунках 1А и 1Б, состоит из следующих основных частей:

- основание;
- две опорные стойки;
- шпиндельная бабка с электроприводом;
- кардан с ограждением;
- виброизмерительный прибор «САПФИР-2»

3.1 Основание

Основание (рис. 1А, поз. 1) является базовым узлом станка. Стандартное основание представляет собой жёсткую и прочную конструкцию, состоящую из нескольких секций, каждая из которых имеет длину, равную 4250 мм. Количество секций (чаще всего четыре) определяется максимальной длиной ротора.

В случае необходимости основание станка может быть удлинено путем установки дополнительных секций.

Секции изготовлены из стандартных профилей и собираются между собой встык, при этом для центрирования секций используются цилиндрические направляющие штифты, соседние секции крепятся между собой шпильками.

К шпалам основания (поз. 2) снизу крепятся регулируемые по высоте опоры (поз. 3), с помощью которых основание устанавливается непосредственно на полу производственного помещения и затем выставляется в вертикальной плоскости.

На шпалах смонтированы направляющие рельсы (поз. 4), по которым перемещаются, центрируются и фиксируются в выбранном положении левая и правая опорные стойки.

Для работы с карданом, стойками, а также установки балансировочных грузов в комплекте поставки станка предусмотрены два помоста (поз. 5), которые перемещаются вдоль основания вручную. В нужном месте помосты стопорятся прихватами, приводимыми в действие путем вращения штурвалов (поз. 6).

3.2 Опорные стойки

Опорные стойки являются наиболее сложным и ответственным элементами балансировочных станков. Они предназначены для восприятия силы тяжести и периодических колебаний балансируемого ротора, вызванных его остаточной неуравновешенностью.

Стойки могут перемещаться по двум направляющим рельсам вдоль основания по всей его длине затем, чтобы обеспечить требуемое положение ротора относительно привода.

Каждая из опорных стоек состоит из корпуса (рис 1Б, поз. 7) с механизмами перемещения и фиксации и маятниковой подвески (поз. 8).

Стойка может перемещаться при помощи грузоподъемного механизма, строп которого чалится за штатные рым-болты (поз. 9). При работе на станке задний рым-болт демонтируется, и с тыльной стороны стойки устанавливается лестница (поз. 10), по которой оператор может взбираться для обслуживания роликового блока.

При подготовке балансировки каждая стойка может быть перемещена вдоль основания с помощью специального механизма. Этот механизм состоит из двух кронштейнов (рис. 1А, поз. 11), находящихся с обеих сторон стойки и колес (рис. 1Б, поз. 12), соединенными попарно осями с целью синхронизации вращения колес при движении стойки по рельсам основания.

Колеса стойки приводятся в движение с помощью стандартного ключа-трещетки (поз. 13) с реверсом, причем при необходимости осуществить перемещение стойки она должна быть приподнята над рельсами.

Для этой цели на стойке имеется специальное устройство (поз. 14), снабженное тарельчатыми пружинами.

Устройство приводится в действие также при помощи ключа-трещетки, при этом подъем стойки производится поворотом ключа по часовой стрелке, опускание после установки в нужном месте – против часовой стрелки.

На головке устройства для подъема-опускания стойки имеется флажок-индикатор, показывающий состояние стойки в настоящий момент (для перемещения стойки достаточно иметь зазор не более 0,3 мм), то есть, поднята она либо опущена на рельсы.

Механизмы фиксации стойки относительно основания состоят из клина (рис. 1Б, поз. 15), выдвигаемого из корпуса рукояткой (поз. 16). На каждой стойке имеются два механизма фиксации, расположенные с обеих сторон стойки. Фиксация производится

вращением рукоятки механизма против часовой стрелки, при этом конец клина выдвигается и упирается в паз, выполненный в рельсе, фиксируя стойку на основании. При необходимости перемещения стойки фиксатор ослабляется вращением рукоятки механизма по часовой стрелке.

Для контроля надежности фиксации механизм снабжен устройством индикации в виде двух штифтов, окрашенных в красный цвет. При зафиксированной стойке головки этих штифтов полностью утоплены, при освобождении стойки их наконечники выдвигаются наружу примерно на 20...25 мм.

Маятниковая подвеска является узлом опорной стойки, который воспринимает нагрузку от веса ротора в вертикальном направлении, и, кроме того, в силу своей конструкции также обеспечивает свободу перемещения ротора в горизонтальной плоскости, что необходимо для определения оборотной составляющей его вибрации, возникающей вследствие остаточной неуравновешенности.

Маятниковая подвеска состоит из поперечины, качающейся на двух тягах относительно корпуса, на этой поперечине располагается роликовый блок.

При выполнении наладочных работ, а также при транспортировке подвеска должна быть зафиксирована относительно корпуса стойки, для чего предусмотрен специальный механизм (рис. 1А, поз. 17).

Если необходимо зафиксировать подвеску, необходимо повернуть рукоятку механизма на часовой стрелке на два оборота, о чем имеется соответствующее указание на шкале. Освобождение подвески производится в обратном порядке.

Роликовый блок - самый сложный и ответственный узел станка, на который непосредственно укладывается опорная шейка ротора.

Роликовый блок состоит из вертушки, качалки и сменных опорных цилиндрических роликов.

Роликовые блоки балансировочных станков производства ООО «ДИАМЕХ 2000» имеют возможность свободного качания в двух плоскостях, в том числе:

- вокруг вертикальной оси опорных стоек;
- вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной оси ротора.

Подобная конструкция позволяет обеспечивать постоянный контакт между поверхностями шеек и опорных роликов, на которые укладывается ротор, а это, в свою очередь, позволяет практически полностью исключить накатку шеек, закусывание и кромочный контакт шейки и опорного ролика.

Качание вокруг вертикальной оси осуществляется с помощью вертушки – узла, выполненного в виде открытой коробки, соединённой с маятниковой подвеской с помощью специального шарнира.

Маятниковое движение вокруг горизонтальной оси осуществляется с помощью качалки – узла, также выполненного в виде коробки с установленной в ней парой сменных опорных роликов (поз. 22). Качание также позволяет компенсировать наклон оси ротора в вертикальной плоскости, а также прогиб оси под действием собственного веса, который особенно может сказаться при балансировке изделий, имеющих значительную длину.

Станок в базовой комплектации поставляется со сменными опорными роликами трех типоразмеров, которые следует применять в зависимости от массы балансируемых на них роторов:

- Ролики \varnothing 300 мм шириной 92 мм предназначены для роторов массой до 8 т;
- Ролики \varnothing 300 мм шириной 140 мм предназначены для роторов массой от 8 до 40 т;
- Ролики \varnothing 450 мм шириной 260 мм предназначены для роторов массой от 40 до 65 т.



Балансировка роторов с массой, превышающей грузоподъемность роликов станка, недопустима.

Ролики в качалке могут быть установлены в различные позиции, как это показано на рисунке 2.

При диаметрах опорных шеек от 100 до 300 мм ролики \varnothing 300 мм устанавливаются в позиции № 2.

При диаметрах опорных шеек от 300 до 530 мм ролики \varnothing 300 мм устанавливаются в позиции № 3.

Для тяжелых изделий при диаметрах шеек от 150 до 530 мм. ролики \varnothing 450 мм устанавливаются в позиции № 2.

Позиция № 1 является резервной для установки роликов нестандартных диаметров.

При укладке изделий с шейками разного диаметра необходимо устанавливать различную высоту подъема роликового блока, значение которой зависит от соотношения диаметров роликов, их положения в позиции установки и диаметра шейки.

В ПРИЛОЖЕНИИ № 2 к настоящему Руководству приводятся номограммы, помогающие определять высоту подъема роликового блока с роликами различного диаметра для изделий различной массы и с различными диаметрами опорных шеек.

При смене роликов целесообразно фиксировать маятниковую подвеску с помощью фиксатора.

Для удобства замены роликов станок комплектуется специальным устройством для их захвата, которое навешивается на крюк крана и захватывает ролик за обойму.

После снятия ролика со станка ролик должен быть очищен от излишков масла, грязи и уложен в технологическую тару на ложементы с помощью специальной оправки.

После установки ролика в качалку следует завести в отверстия качалки и ролика ось, которую затем закрепить винтами таким образом, чтобы стопорящий конец одного из винтов попал в проточку оси.



При установке осей не допускается использование ударного инструмента.

Вибрация балансируемого ротора измеряется при помощи датчиков вибрации, чувствительность которых указана в паспорте станка.

Датчик вибрации механически крепится к маятниковой подвеске и формирует электрический сигнал в виде переменного напряжения, который поступает в виброизмерительный прибор «САПФИР-2». Этот сигнал прямо пропорционален амплитуде колебаний ротора, вызванных остаточной неуравновешенностью.

Разъём датчика вибрации (рис. 1Б, поз. 23) расположен на задней стенке стойки.

!!! Используемые в балансировочных станках серии ВМ*** датчики вибрации очень чувствительны к ударам. Во избежание выхода их из строя запрещается вести слесарно-монтажные работы на маятниковой подвеске с использованием ударных инструментов.

! Операцию установки или съёма датчиков вибрации могут производиться только уполномоченными специалистами предприятия-изготовителя ООО «ДИАМЕХ 2000».

Угловые перемещения измеряются при помощи индуктивного отметчика фазы (датчика Холла), который является штатным средством измерения станка.

Вместе с тем в комплект поставки станка в целях расширения возможности его использования обычно включаются средства измерения, применяемые в балансировочных станках с ременным приводом производства ООО «ДИАМЕХ 2000», такие как фотоотметчик и лазерный указатель с соответствующими принадлежностями (кабели, магнитный держатель).

3.3. Шпиндельная бабка с электроприводом

Шпиндельная бабка (рис 1А, поз. 24) представляет собой корпус прямоугольной формы, в который встроен шпиндель (поз. 25), приводимый во вращение асинхронным электродвигателем через двухступенчатую зубчатую ременную передачу, а также электроцит управления и панель управления с виброизмерительным прибором «САПФИР-2».

Снаружи к шпинделю прикрепляется приводной кардан (поз. 26), второй конец которого присоединяется к балансируемому ротору. В целях безопасности эксплуатации на корпусе смонтировано ограждение кардана (поз. 27).

За передней панелью (поз. 29) размещается щит управления электроприводом станка.

Доступ к электродвигателю и ременной передаче производится через задние двери, для чего необходимо потянуть нижний конец ручки дверцы на себя и повернуть ручку вбок.

Для регулировки натяжения ремней или выравнивания их относительно шкивов на корпусе бабки установлены сухари с винтами натяжения ремней – по четыре – для промежуточного вала и для кронштейна электродвигателя. С помощью винтов натяжения при ослабленных болтах крепления промежуточного вала и кронштейна электродвигателя можно смещать эти узлы для дополнительного натяжения ремней, а также поворачивать на небольшой угол для устранения непараллельности осей, которая обычно служит причиной сползания ремня к реборде шкива.

Для регулировки натяжения ремней или выравнивания их относительно шкивов на корпусе бабки установлены сухари с винтами натяжения ремней – по четыре – для промежуточного вала и для кронштейна электродвигателя. С помощью винтов натяжения при ослабленных болтах крепления промежуточного вала и кронштейна электродвигателя можно смещать эти узлы для дополнительного натяжения ремней, а также поворачивать на небольшой угол для устранения непараллельности осей, которая обычно служит причиной сползания ремня к реборде шкива.

После выполнения операции регулирования натяжения ремней винты натяжения должны быть застопорены контргайками, а болты крепления промежуточного вала и кронштейна электродвигателя надежно затянуты.

При смене ремня для удобства монтажа допускается снятие боковой реборды со шкива при условии сохранения ориентации реборды относительно шкива.

На передней панели корпуса шпиндельной бабки находятся кнопки управления станком:

- «ВКЛЮЧЕНИЕ СТАНКА» (поз. 30);
- «АВАРИЙНОЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ СТАНКА» (поз. 31),

Здесь же расположен дисплей виброизмерительного прибора «САПФИР-2» (поз. 32), а также его USB – порт с кнопкой включения.

Ниже расположен бокс (поз. 33) для размещения принтера и весов для взвешивания балансировочных грузов.

Органы управления станком могут закрываться дверцей с замком, на обратной стороне этой дверцы имеется дополнительная полка, предназначенная для вспомогательного инструмента.

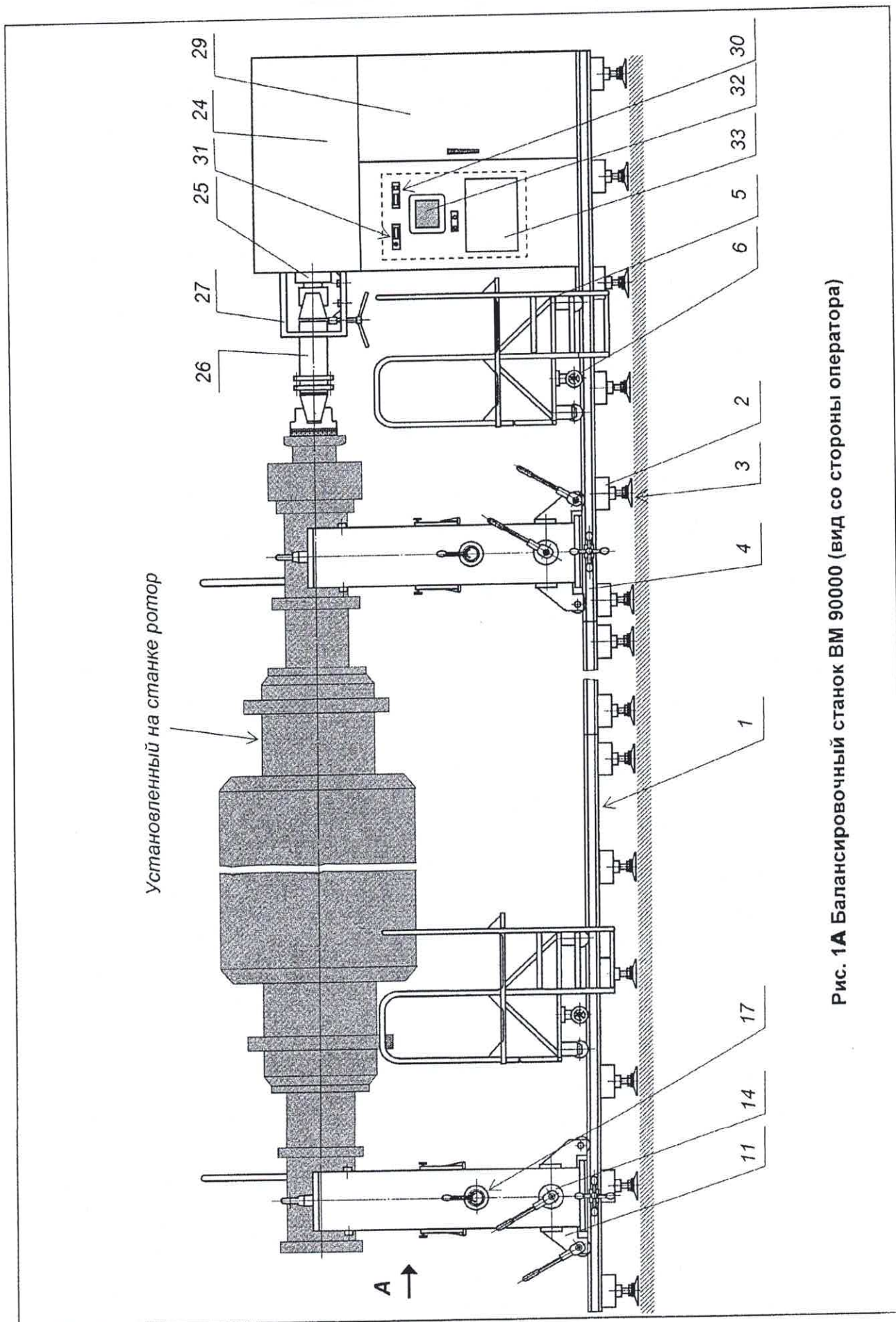


Рис. 1А Балансировочный станок BM 90000 (вид со стороны оператора)

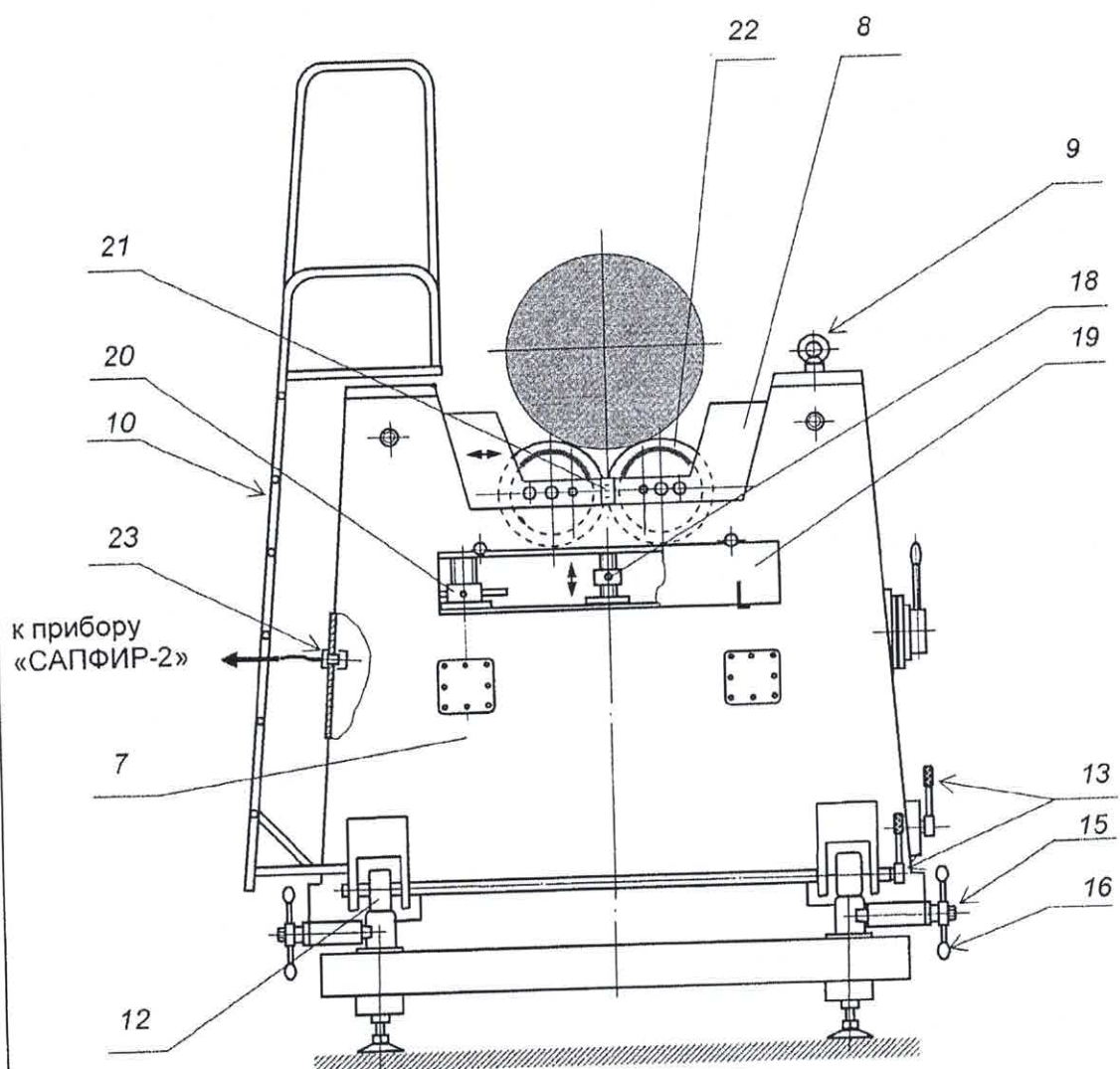


Рис. 1Б Вид на опорную стойку по стрелке А

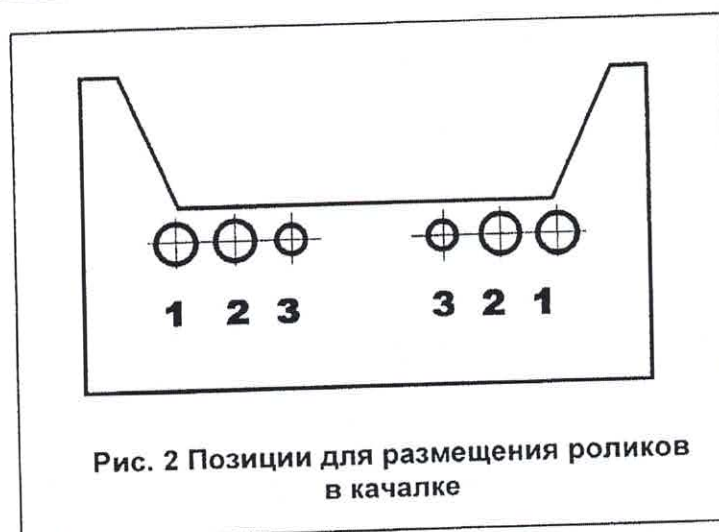


Рис. 2 Позиции для размещения роликов в качалке

3.4. Кардан с ограждением

Кардан, показанный на рисунке 3, представляет собой узел, состоящий из вала с двумя полумуфтами, соединенными с валом шарнирами Гука.

Передача крутящего момента с помощью кардана позволяет скомпенсировать различное положение их осей в вертикальной плоскости, при этом ось кардана может находиться под углом до $\pm 15^\circ$ к горизонту.

Один из фланцев полумуфт кардана крепится к шпинделю станка, другой либо непосредственно к торцу балансируемого ротора, либо к переходной планшайбе, установленной на этом торце. Стыковочные размеры фланца кардана и технические требования к планшайбе приведены на рисунке 4.

Для удобства присоединения кардана к роторам различной длины его вал (рис. 3, поз. 1) выполнен в виде раздвижной трубы с диапазоном хода 180 мм. Фиксация выбранной длины вала осуществляется при помощи трех шпилек (поз. 2), гаек (поз. 3) и контргайки (поз. 4). После крепления обоих фланцев к шпинделю станка и торцу ротора (планшайбе) гайки и контргайки предварительно прикручиваются от руки, а затем окончательно затягиваются при помощи гаечного ключа.

Внутри ограждения кардана расположен узел его поддержки (поз. 5).

Когда кардан не прикреплен к ротору, он лежит на подставке, при этом конечный выключатель, расположенный в подставке, размыкает цепь питания приводного электродвигателя, таким образом предотвращая несанкционированный (случайный) запуск во вращение двигателя станка, а соответственно и кардана.

Для регулировки положения кардана в вертикальной плоскости, что необходимо для подстыковки его фланца к ротору, служит рукоятка (поз. 6) узла поддержки.

После закрепления фланца кардана на роторе следует обеспечить равномерный зазор между предохранительной скобой подставки (поз. 7) и валом кардана, с тем, чтобы исключить задевание кардана об неподвижные части при вращении. Узел поддержки фиксируется в таком положении контргайкой (поз. 8).

Если необходимо снять кардан со станка, следует предварительно снять с подставки предохранительную скобу, отвернув четыре болта (поз. 9) ее крепления.

Для контроля биения торца ротора или переходной планшайбы относительно оси вращения в комплекте поставки станка предусмотрен комплект из трех штанг (поз. 10) разной длины с посадочным местом для крепления ножки индикатора стрелочного типа в последней штанге. Штанги между собой фиксируются клеммными зажимами.

Базовая штанга фиксируется внизу ограждения стопорным винтом (поз. 11).

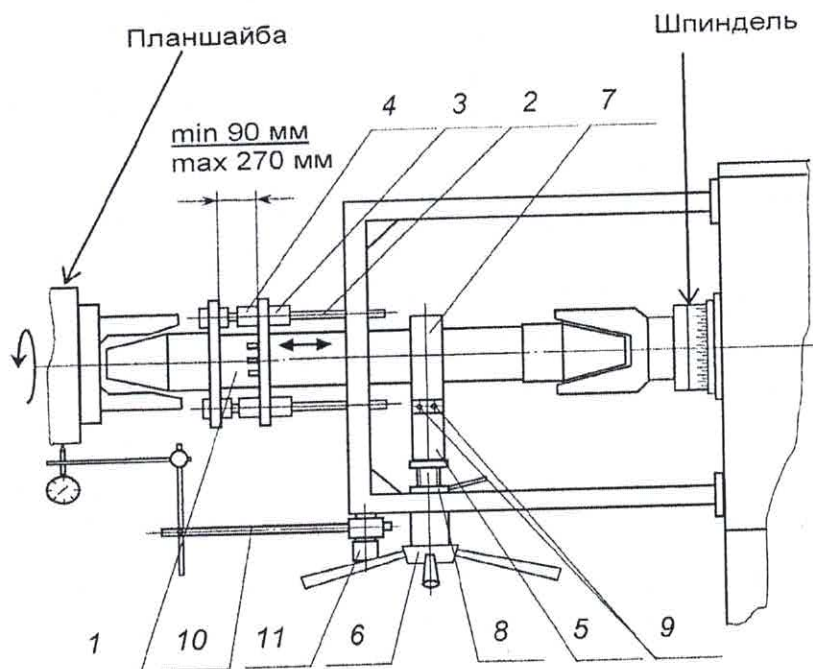
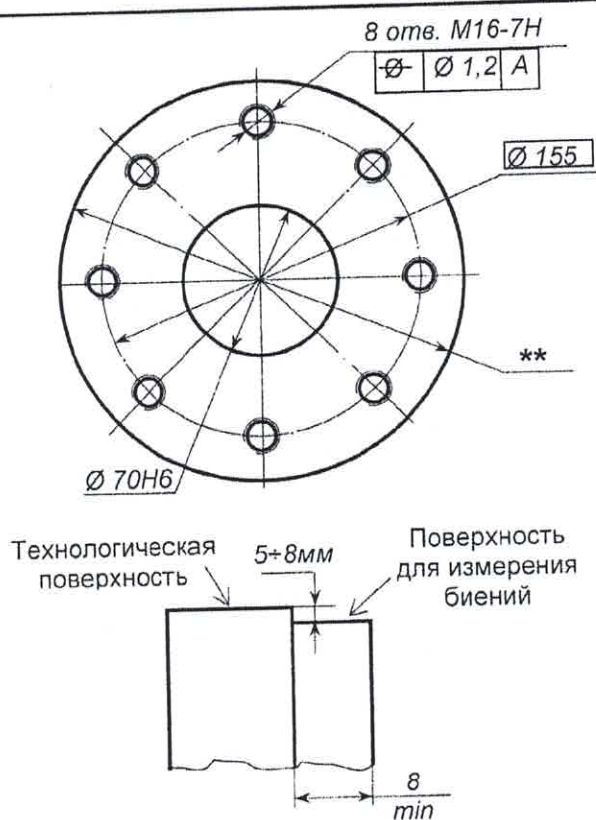


Рис. 3 Кардан и его ограждение



Рекомендуемая ступенчатая конструкция наружной поверхности планшайбы

Примечания:

- 1) На эскизе не показано расположение отверстий для крепления планшайбы к балансируемому изделию, их допускается располагать в любом доступном месте таким образом, чтобы головки болтов не мешали присоединению кардана.
- 2) ** Размер назначается в зависимости от размеров торца ротора, но не менее 200 мм.
- 3) Толщина планшайбы не менее 15 мм.

Рис. 4 Присоединительные размеры планшайбы

3.5. Виброизмерительный прибор «САПФИР-2»

Стационарный виброизмерительный прибор «САПФИР-2», входящий в систему управления станком, выполняет следующие основные функции:

При реализации функции «балансировка» «САПФИР-2» по замерам вибрации маятниковых опор при вращении ротора производит расчет величин корректирующих масс и углов их установки по отношению к нулевой отметке на шкале, нанесенной на фланец шпинделя, и выводит эти результаты на экран дисплея.

Кроме этого «САПФИР-2» осуществляет управление приводом станка.

При реализации функции «контроль биений» «САПФИР-2» преобразует сигнал от индуктивного преобразователя и выдает на своем дисплее картину биений ротора в каждом контролируемом сечении (их может быть произвольное количество по выбору оператора) в виде круговых диаграмм разных цветов.

Диаграммы автоматически привязываются к нулевой точке, определяемой круговой шкалой-лимбом на месте входа кардана балансировочного станка в карданную бабку его привода, либо к месторасположению болтов, скрепляющих диски измеряемого ротора.

Управление прибором осуществляется путем касания кнопок на экране в соответствии с принятой процедурой балансировки и контроля биений, а также с помощью системы подсказок, выводимых на дисплей прибора в соответствии с заложенной в него программой.

Подробное описание виброизмерительного прибора «САПФИР-2» и правил работы с ним приводится на страницах соответствующего Руководства.



При эксплуатации балансировочного станка в комплексе с механическим оборудованием, предназначенным для коррекции массы, механической обработки роторов, таким как шлифовальный, сверлильный инструмент, устройства для фрезерования, сварочное оборудование, необходимо обеспечить надёжную защиту балансировочного прибора от стружки, металлической пыли, искр, грата, шлама и т.п.

3.6. Установка для контроля биений.

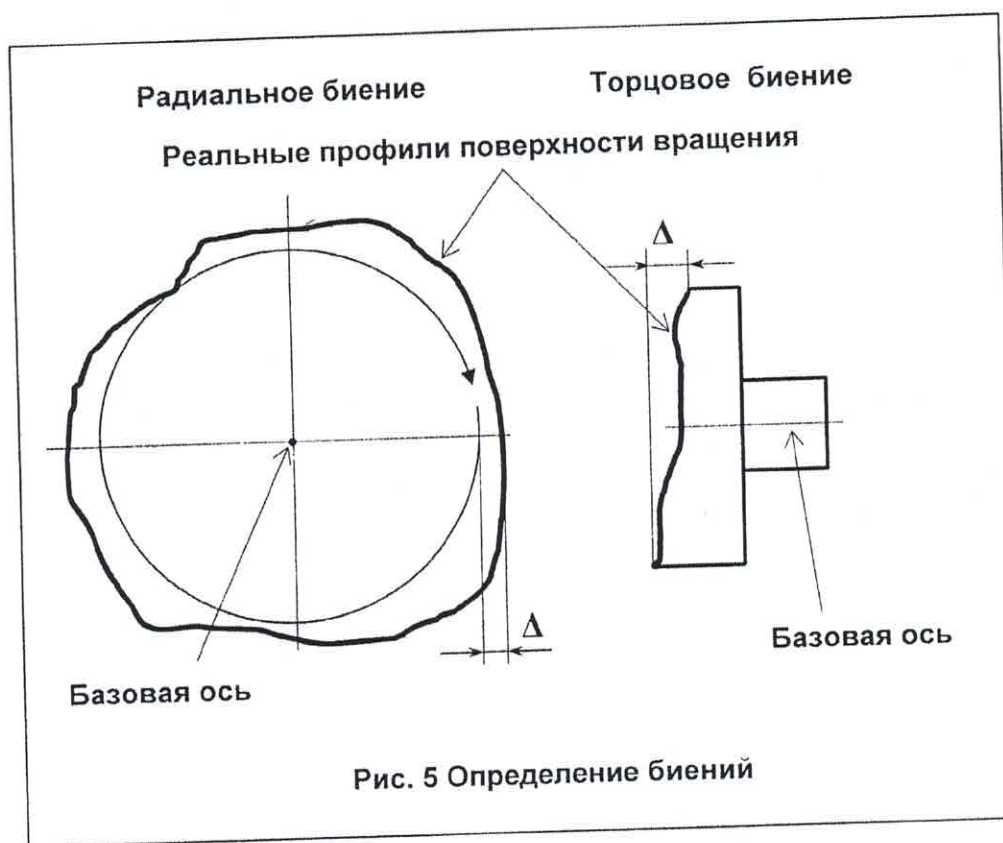
Установка для контроля биений (далее – «установка») предназначена для выявления радиального и торцового биений любых роторов, вращение которых можно осуществить на опорных стойках балансировочных станков моделей ВМ 36000, ВМ 65000 и ВМ 90000 производства ООО «ДИАМЕХ 2000».

Данное оборудование включается в комплект поставки балансировочных станков в качестве отдельного заказа (опции).

ГОСТ 24642-83 дает следующее определение видов биений, иллюстрируемое рисунком 5:

Радиальное биение – разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля поверхности вращения до базовой оси в сечении плоскостью, перпендикулярной базовой оси.

Торцовое биение – разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля торцевой поверхности, до плоскости, перпендикулярной базовой оси.



Установка монтируется на основании балансировочного станка как это показано на рисунке 6 и состоит из рамы, стойки, насадок с измерительным устройством.

Рама (поз. 1) изготовлена из профиля прямоугольного сечения и с боков имеет четыре П-образных кронштейна (поз. 2) с катками (поз. 3), на которых рама при помощи ключа-трещетки (поз. 4) передвигается вдоль рельсов основания балансировочного станка.

В нужном месте рама фиксируется путем вращения рукояток (поз. 5) на конце фиксаторов (поз. 6).

На раме смонтирована трубчатая стойка (поз. 7), фланец которой (поз. 8) приворачивается к раме центральным болтом с планкой (поз. 9) и четырьмя винтами.

В стойку вставлена зубчатая рейка, перемещение которой осуществляется вращением зубчатого колеса (поз. 10), для чего на его оси имеется шестигранное углубление для ключа (головки) соответствующего размера.

После настройки высоты рейки, она фиксируется болтом.

На верхней части рейки устанавливаются сменные насадки с измерительным устройством (поз. 11), каждая из которых снабжена цанговым зажимом и винтом для фиксации насадки на зубчатой рейке.

В комплект установки входят три типа насадок, показанных на рисунке 7, в том числе:

А – для измерения радиального биения;

Б – для измерения торцевого биения роликом;

В – для измерения торцевого биения шариком.

В нижней части насадок каждого типа винтом (поз. 1) фиксируется высокочувствительный индуктивный преобразователь типа М-023-03 (поз. 2), формирующий электрический сигнал, который подается по кабелю в блок «БИН-2И».

Источником этого сигнала является перемещение подпружиненного штыря (поз. 3), который свободно движется в вертикальном направлении в отверстии кронштейна (поз. 4).

В насадке для контроля радиального биения (рисунок 7, эскиз **А**) на конце штыря имеется ролик (поз. 5), наружная поверхность которого упирается в контролируемую поверхность ротора.

При вращении ротора ролик, катясь по реальному профилю измеряемой поверхности ротора вместе со штырем, постоянно движется вверх-вниз, данное перемещение и является величиной радиального биения, фиксируемой индуктивным преобразователем.

Для настройки и фиксации штыря имеются две гайки (поз. 6).

В насадках для измерения торцевого биения по реальному профилю измеряемой плоскости катятся либо ролик (эскиз **Б**, поз. 7), либо завальцованный шарик (эскиз **В**, поз. 8), а передача движения на индуктивный преобразователь через подпружиненный штырь производится через рычаг (поз. 9), качающийся на оси (поз. 10) и жестко соединенный с ним ролик (поз. 11).

Выбор ролика либо шарика для измерения торцевого биения зависит от степени шероховатости реального профиля измеряемой плоскости.

Насадку с шариком предпочтительно использовать в случае достаточно гладких поверхностей, а с роликом – в случае более грубых поверхностей.

Картину распределения биений оператор может увидеть на дисплее виброизмерительного прибора «САФИР-2» при использовании соответствующего раздела его программы.

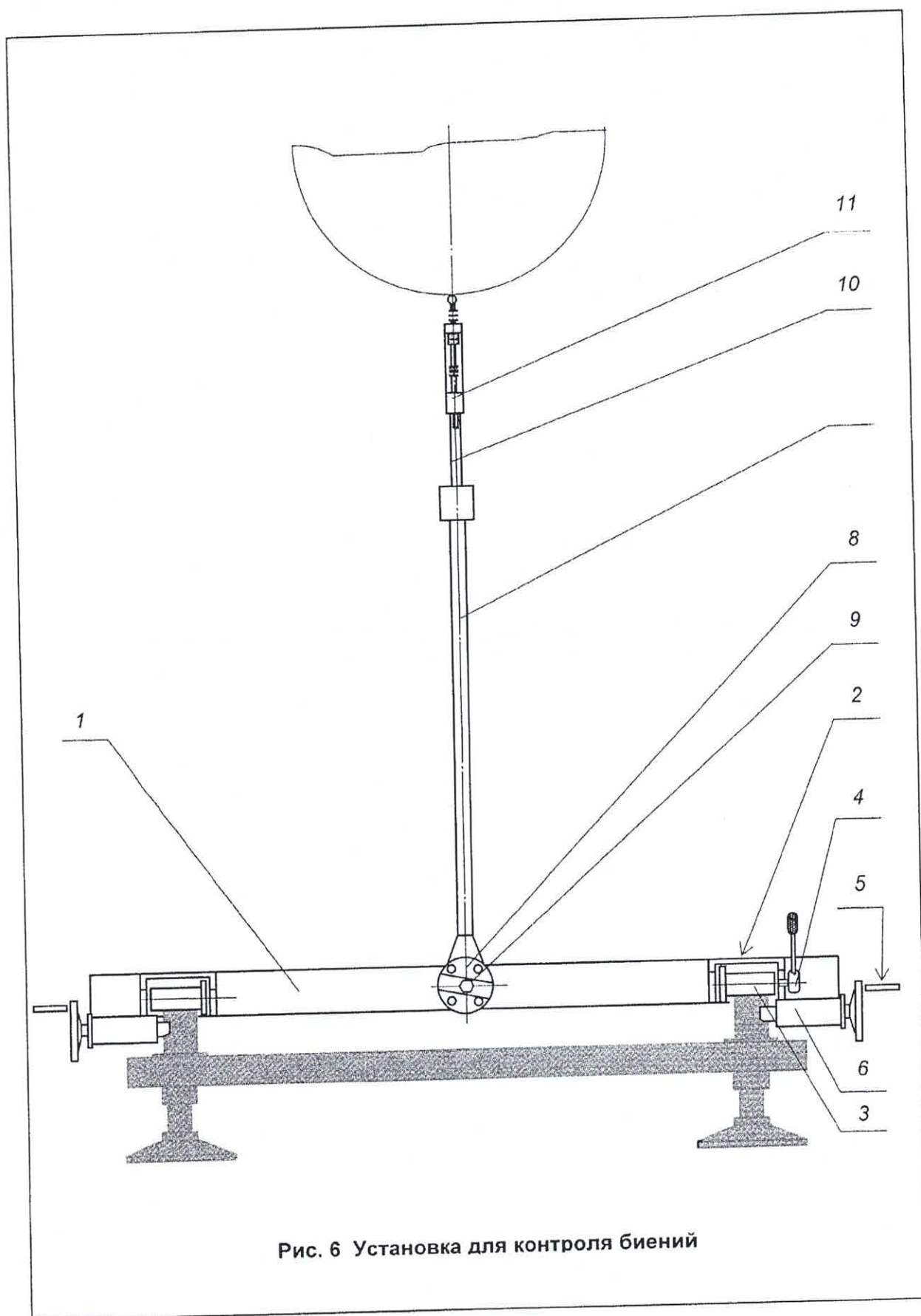
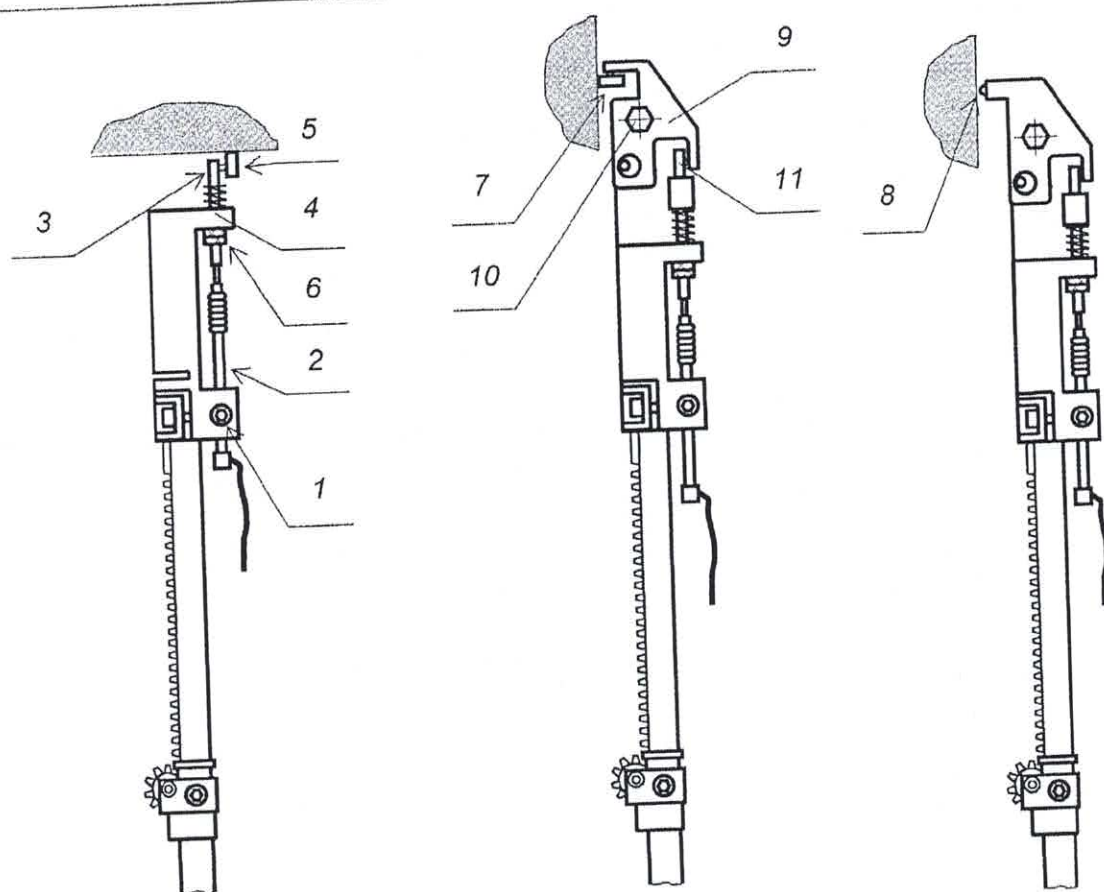


Рис. 6 Установка для контроля биений



А Насадка для радиального биения

Б Насадка для торцового биения с роликом

В Насадка для торцового биения с шариком

Рис. 7 Типы насадок для контроля биений

3. УКАЗАНИЯ ПО МЕРАМ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. Общие требования

Безопасность труда при работе на станке обеспечивается выполнением при его конструировании и изготовлении целого ряда принципов и мероприятий, позволивших в максимально степени соблюсти требования, изложенные в стандартах Российской Федерации, европейских директивах и нормах. Несмотря на это, станок может стать источником опасности в случаях его неправильной эксплуатации неквалифицированным персоналом или при использовании его не по назначению.

Следующие указания по безопасности необходимо соблюдать наряду с общими требованиями по технике безопасности и профилактике травматизма на промышленных предприятиях.

Персонал, допущенный к работе на станке, а также к работам по его наладке, эксплуатации и ремонту обязан:

- получить инструктаж по технике безопасности в соответствии с заводскими инструкциями, разработанными на основании руководства по эксплуатации, типовых инструкций по охране труда;
- ознакомиться с общими правилами эксплуатации и ремонта станка и указаниями по безопасности труда, которые содержатся в настоящем Руководстве, его конструктивными и технологическими особенностями и пройти специальный инструктаж по работе на станке данной модели с данным типом измерительного прибора.

!! Невнимание к знакам предупреждения об опасности и несоблюдение указаний по технике безопасности может привести к тяжелым последствиям для здоровья персонала и большому материальному ущербу

! Принципиально не допускаются демонтаж и отключение любых устройств, обеспечивающих безопасность.

!! Нахождение посторонних лиц в зоне обслуживания станка не допускается.

!! Перед включением напряжения после ремонта электрооборудования или после длительного перерыва в работе необходимо убедиться в исправности заземления.

! Двери электрошкафа должны быть заперты. Ключи должны храниться у обслуживающего персонала, доступ к электрошкафу посторонним запрещается. Подходы к электрошкафу не загромождать.

4.2. Обеспечение безопасности

При установке и транспортировании.

При монтажных и ремонтных работах для безопасного перемещения станка следует использовать только специальные рым-болты, ввернутые в привод и стойки.

Схемы транспортировки основных частей станка показаны на рисунке 8.

При расконсервации станка следует руководствоваться требованиями безопасности, изложенными в ГОСТ 9.014-78 "Временная противокоррозионная защита изделий. Общие технические требования".

Перед пуском станка.

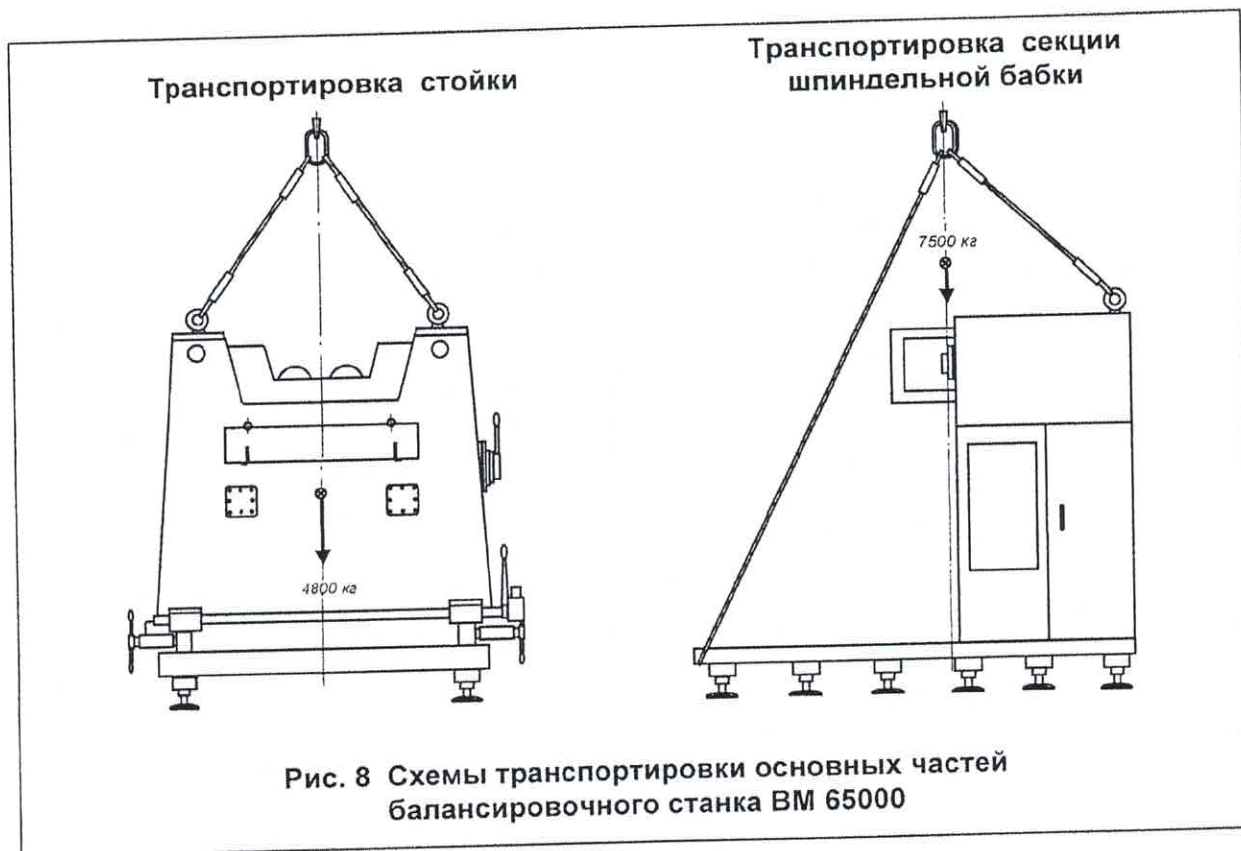
- Приступать к работе на станке следует:
- при наличии полностью исправного заземления;
 - удостоверившись в отсутствии неисправной или нарушенной изоляции питающего электрического кабеля;

Обслуживающий персонал предприятия-владельца станка может приступать к эксплуатации станка только после проведения силами авторизованного персонала предприятия-изготовителя пуско-наладочных работ, по результатам которых оформляется акт установленной формы.

При эксплуатации станка

Обслуживающему персоналу запрещается:

- укладывать без использования траверсы детали весом более 10000 кг;
- укладывать ротора на опорные элементы с резким ударом во избежание повреждения высокоточных опорных роликов и других деталей маятниковой подвески;
- включать станок, не проверив фиксацию стоек, не проверив соединения кардана с ротором, при открытых дверках электрошкафа шпиндельной бабки;
- производить регулировку и наладку механизмов во время работы станка;
- вскрывать виброизмерительный прибор «САПФИР-2»;
- вращать ротор с незакрепленными деталями;
- производить коррекцию массы методом приварки без заземления ротора и обеспечения его электроизоляции;
- балансировать грязные (со стружкой, абразивом и т.п.) детали;
- находиться у работающего станка в плоскостях коррекции ротора;
- оставлять станок работающим без присмотра оператора.



5. УСТАНОВКА

При транспортировке станки могут частично разбираться. Окончательная сборка и установка оборудования на месте эксплуатации производится пользователем в присутствии представителя ООО «ДИАМЕХ 2000».

!! Наружные неокрашенные поверхности станка покрываются на предприятии-изготовителе антикоррозионной мастикой на воско-нефтяной основе «Мовиль».

! Не допускается хранение станков в упакованном виде свыше срока, указанного в паспорте, без их переконсервации либо данным типом смазки, либо аналогичным (рекомендуется получить согласование предприятия-изготовителя).

5.1. Требования к месту установки

Рабочая зона станка выбирается с учетом следующих требований:

- Для определения минимальных размеров площадки для установки станка требуется руководствоваться планировкой, показанной на рисунке 2.
 - Для укладки роторов на станок следует предусмотреть возможность доступа в рабочую зону (предпочтительно сверху) необходимых грузоподъемных средств.
 - Станок не требует обустройства специального фундамента, а также фиксации относительно места установки путем подливки, применения анкерных болтов и т.п., и он может быть установлен непосредственно на бетонный монолитный пол толщиной не менее 300 мм, при условии:
 - 1) неровность (разновысотность) пола в местах установки регулируемых опор не более 20 мм;
 - 2) пол должен выдерживать суммарную статическую нагрузку от веса станка и установленного на нем изделия максимальной массы, равную 86700 кг, при этом удельное давление рассчитывается, исходя из следующих параметров:
 - число регулируемых опор, которые могут воспринять суммарную сосредоточенную нагрузку, передаваемую через опорные стойки на основание станка: 4;
 - диаметр пяты регулируемой опоры: $\varnothing 290$ мм.
 - 3) температурные швы между плитами должны быть удалены от основания станка на расстояние не менее 6-кратной толщины пола в месте установки.
 - электрошкаф станка необходимо подключить к питанию электрической энергией со следующими параметрами:
 - напряжение - 380В/50Гц;
 - потребляемый ток по фазе - 63 А;
 - отклонения напряжения по ГОСТ 13109-97;
 - минимальная площадь сечения подводящего электрокабеля 25 мм².
- для обеспечения надежной и безопасной работы эксплуатируемого оборудования необходимо отдельно заземлить балансирующий станок, используя для крепления общепринятые шины и крепежные элементы, предусмотренные на станке;



При планировании месторасположения станка необходимо техническими средствами и организационными мероприятиями гарантированно исключить попадание обслуживающего персонала и любых других лиц в зону возможного вылета недостаточно закрепленных элементов балансируемого изделия.

Данное требование можно реализовать либо за счет установки станка в отдельное непроходное помещение с контролем входа-выхода, либо за счет устройства специального ограждения рабочей зоны станка (например, с помощью экранов),

Рекомендуется также использовать предупреждающие транспаранты, системы сигнализации и т.п. средства контроля проникновения посторонних лиц в рабочую зону.



Для обеспечения надежной и безопасной работы эксплуатируемого оборудования необходимо отдельно заземлить балансировочный станок, используя для крепления общепринятые шины, клеммы, присоединяемые к элементам крепления, предусмотренным на станке.

На линии электропитания должны быть установлены размыкатели или предохранительный пакетный выключатель. В целях безопасности оператор должен иметь легкий доступ к размыкателю или выключателю.

Не допускается закрытия вентиляционных отверстий электрошкафа во время работы станка.



5.2. Порядок распаковки, установки и сборки

Стадия	Описание операций
А.	Подготовьте место для установки станка.
Б.	Удалите все крепления упаковки и упаковку станка. Очистите неокрашенные поверхности станка от консервирующей смазки. Очистка станка от смазки сначала производится деревянными лопаточками, ветошью, а оставшаяся смазка удаляется чистыми салфетками, смоченными в уайт-спирите (нефрас с4-150/200).
В.	Снимите стойки с секции с шпиндельной бабкой и временно установите на деревянные доски.
Г.	Установите на пол крайнюю правую секцию со шпиндельной бабкой, после чего выровняете секцию в вертикальной плоскости, при этом допустимое отклонение от горизонта в двух взаимно перпендикулярных направлениях не более 0,1 мм/1000 мм длины. Зафиксируйте все регулируемые опоры. Установите на нее обе стойки.
Д.	Установите на пол секцию, следующую за крайней правой (секции промаркированы на предприятии-изготовителе), притяните ее шпильками к предыдущей секции, таким образом, чтобы горизонтальные направляющие штифты без натяга вошли в отверстия, после чего выставьте регулируемые опоры, чтобы они плотно упирались в пол и выровняйте секцию в вертикальной плоскости, при этом допустимое отклонение от горизонта в двух взаимно перпендикулярных направлениях не более 0,1 мм/1000 мм длины. Зафиксируйте все регулируемые опоры.
Е.	Затяните гайки на соединительных шпильках, после чего переместите обе стойки на установленную секцию.
Ж.	Установите в том же порядке остальную (остальные, в случае удлинения) секцию основания станка, каждый раз перемещая стойки на вновь установленную секцию, и в порядке, установленном заводской маркировкой.
З.	Окончательно проверьте выверку станка в вертикальной плоскости (см. п. «Г»)
И.	Заземлите станок.
К.	Установите узел электроразводки с кабелями на основание, соедините электрический разъем питающего кабеля с соответствующим разъемом на приводе, а также разъемы измерительных кабелей на опорных стойках и на секции шпиндельной бабки.
Л.	Установите помосты для обслуживания карданного вала и опорных роликов.

М.	Установите опорные ролики в качалки маятниковых опор.
Н.	Опустите на основание балансировочного станка раму установки для контроля биений, прикрепите к раме болтами стойку, вставьте зубчатую рейку. Установите на зубчатую рейку необходимую насадку, зафиксируйте ее винтом. Установите датчик зафиксируйте его винтом.
О.	Присоедините кабель управления «Установка для контроля биений – виброизмерительный прибор «САПФИР-2».

5.3. Проверка установки

Стадия	Описание операции
А.	Убедитесь, что вся консервирующая смазка удалена, а все основные подвижные части, такие как опорные поверхности роликов, направляющие основания и т.п. смазаны тонким слоем масла.
Б.	Освободите фиксаторы стоек. Убедитесь, что стойки свободно перемещаются вдоль всей длины направляющих на основании станка. Закрепите стойки. Убедитесь в надежной фиксации стоек.
В.	Освободите фиксаторы маятниковых подвесок. Убедитесь, что маятниковая подвеска имеет возможность свободного возвратно-поступательного движения (при движении обе подвески должны совершать колебания без рывков и заеданий, мягко останавливаясь в одном и том же нижнем положении).
Г.	Проверьте свободу качания, т.е. перемещения относительно горизонтальной оси качалки и свободу вращательного перемещения вокруг вертикальной оси вертушки роликового блока. Убедитесь, что опорные ролики всех заказных типоразмеров могут свободно совершить полный оборот при вращении их вручную.
Д.	Проверьте натяжение зубчатых приводных ремней. При нагружении в центре усилием примерно $50 \div 80$ Н ($5 \div 8$ кг) прогиб каждой ветви ремня должен составлять не более $10 \div 12$ мм.
Е.	Включите электропитание станка. Проверьте работу вентиляции. Поток охлаждающего воздуха от вентилятора двигателя-наездника должен свободно выходить через жалюзи основного электродвигателя привода.
Ж.	Проверьте работу кнопок управления, их лампочки должны светиться при нажатии кнопок.
З.	Проверьте загрузку всех экранов виброизмерительного прибора «САПФИР-2».
И.	Запустите привод вращения при снятом кардане. Проверьте вращение приводного двигателя на холостом ходу, плавный набор требуемых оборотов, останов привода при нажатии соответствующих кнопок.

Если все описанные проверки прошли успешно, ваш балансировочный станок установлен правильно и готов к работе.

6. ПОДГОТОВКА К БАЛАНСИРОВКЕ

6.1. Подготовка ротора

6.1.1. При подготовке к балансировке внимательно ознакомьтесь с ротором, который вы собираетесь балансировать и в том числе:

а) определите по чертежу или замерьте следующие основные параметры, которые понадобятся вам при планировании балансировки и настройке станка:

Параметр	Для чего необходимо
Максимальные длина, диаметр ротора и его вес	Предварительная оценка возможности укладки ротора на станок, выбор ширины кардана
Расстояние между серединами опорных шеек ¹⁾ ротора	Регулировка продольного положения стоек
Диаметры опорных шеек ротора	Подбор позиции в качалке для опорных роликов, регулировка роликовых блоков по высоте
Расстояние L между плоскостями балансировки (если их две) и диаметр D поверхности для установки корректирующих грузов	Для выбора способа балансировки (двух- или одноплоскостной)

¹⁾Чаще всего опорными шейками являются цапфы подшипниковых опор машины, в состав которой входит ротор, в этом случае достигаются наиболее достоверные значения вибрации, измеряемой на станке, но в некоторых случаях (см. ниже) это могут быть и другие цилиндрические поверхности ротора с достаточно качественной обработкой поверхности (см. п. 6.1.3), различные фальш-оси и т.п.



Отношение между максимальным диаметром ротора и расстоянием между плоскостями балансировки не должно превышать шестикратного значения, т.е.:

$$D/L < 6$$



При нарушении этого соотношения становится сложно устранять моментную составляющую дисбаланса.

б) определите общую массу детали и нагрузки, приходящиеся на каждую опору, при этом вам следует убедиться, что максимальная нагрузка на каждую опору не превышает нормы, особенно для несимметричных роторов;
в) выберите места установки пробных и постоянных балансировочных грузов

ПРАКТИЧЕСКИЙ СОВЕТ

Желательно, чтобы эти места совпадали; тогда удастся избежать погрешности при пересчете и переносе грузов после балансировки.

и определите следующие размеры:

- радиусы установки пробных и постоянных балансировочных грузов;
- размеры крепежных элементов (шпилек, винтов, пазов и т.п.) для установки постоянных балансировочных грузов;

- в) выберите поверхность для установки контрастной метки для фотоотметчика станка.
- г) определите величины допусков на остаточный дисбаланс по чертежу ротора или с помощью диаграммы (см. ПРИЛОЖЕНИЕ № 1).
- д) выберите на роторе торцевую поверхность для подсоединения фланца кардана либо установки переходной планшайбы, удовлетворяющую условиям наименьшего торцевого и радиального биения и подходящую по размерам (см. рис. 4).

6.1.2. Для качественной и производительной балансировки роторов вам следует:

- а) изготовить компенсирующие вставки для заполнения шпоночных пазов и выбрать способ их закрепления в пазу ротора;

- б) заготовить пробные и постоянные грузы;

ПРАКТИЧЕСКИЙ СОВЕТ

Для изготовления пробных грузов чаще всего используют пластилин, которому можно легко придать необходимую форму (обычно это «налепка» конической формы) и надежно прилепить на сухую поверхность, а постоянные грузы чаще всего проектируются специально и изготавливаются из стали или другого металла, совместимого с материалом ротора.

При этом следует учесть, что удельный вес пластилина составляет $\sim 1,5 \text{ г/см}^3$, т.е. пробный груз может быть по объему более чем в пять раз больше постоянного, изготовленного из стали.

- в) подготовить, а при необходимости изготовить специальную оправку, требуемую, например, для балансировки деталей, консольного типа, не имеющих собственного вала с опорными шейками и т.п.



Оправка должна быть отбалансирована с допуском, меньшим допуска на остаточную неуравновешенность балансируемых при ее помощи ротора не менее, чем в 2..5 раза в зависимости от требований по точности балансировки, предъявляемых к самому ротору.

Для исключения фактора собственной вибрации оправки либо иной оснастки в виброизмерительном приборе «САПФИР-2» имеется компенсирующая функция - вектор влияния системы (см. Руководство по эксплуатации «САПФИР-2»).

6.1.3. Непосредственно перед балансировкой внимательно осмотрите ротор и убедитесь:

- а) в отсутствии на нем незакрепленных деталей, в отсутствии масла или конденсата внутри ротора (в центральном сверлении вала) или в линзах полумуфты;

- б) в удовлетворительном состоянии шеек ротора;



При балансировке деталей с наивысшей достижимой точностью станка, т.е. до минимального удельного остаточного дисбаланса, равного 0,4 мкм следует учесть, что должны выдерживаться следующие условия по отклонениям и формам (ГОСТ 24463-83) шеек ротора:

- Отклонения от круглости (овальность, огранка) не должны превышать 0,02 мм;
- Отклонения профиля (бочкообразность, цилиндричность и конусность) не должны превышать 0,02 мм;
- шероховатость поверхности шеек должна быть не более $Ra = 0,8$ мкм.

в) установите на ротор планшайбу для присоединения ротора к кардану станка.

6.2. Подготовка станка

6.2.1. Выберите, исходя из рекомендаций, указанных в разделе 3.2, размер опорных роликов.

6.2.2. Подготовьте опорные узлы, для чего:

- установите опорные ролики в соответствующие позиции качалки;
- выставьте опоры по высоте и определите положение опорных стоек на основании по оси станка, исходя из чертежа ротора, а также с учетом опыта предыдущей работы на станке;
- переставьте в случае необходимости помосты;

6.2.3. Проверьте:

а) свободу вращения опорных роликов, их наружная поверхность должна быть смазана небольшим количеством смазки;

б) свободу вращения вертушки вокруг вертикальной оси;

в) свободу колебательного движения качалки;

г) свободу возвратно-поступательного движения маятниковых подвесок с постепенным затуханием и мягкой остановкой в одном и том же положении.

6.2.4. Проверьте надежность подсоединения кабелей электропитания и измерительных кабелей, соединяющих станок и балансировочный прибор. Включите станок.

Проверьте запуск электродвигателя устройства охлаждения основного электродвигателя привода и загорание индикаторных ламп кнопок пульта управления:

- красная кнопка «СБРОС ЗАЩИТ»,
- зеленая кнопка «ВКЛЮЧЕНИЕ СТАНКА».

6.2.5. Проверьте готовность виброизмерительного прибора «САПФИР-2», для чего:

а) в окнах «Настройки» → «Ротор» → «Параметры плоскости» проверьте установки балансируемого ротора, в том числе:

- масса ротора;
- скорость балансировки;

-метод коррекции:

-радиус балансировки;

-допустимый дисбаланс

б) «Установки» - чувствительность датчиков, а также конфигурацию входов, автоматическое выключение привода после окончания замера вибрации.

6.3. Укладка ротора на станок и разгрузка станка

Укладка ротора на станок - ответственная операция, требующая повышенного внимания от персонала, ее необходимо производить, строго следуя нижеизложенным указаниям.

Все нижеописанные операции должны производиться в указанной последовательности.

6.3.1 Застропите ротор и переместите его к станку, расположив его таким образом, чтобы опорные шейки находились над опорными роликами.

6.3.2. Опустите ротор и зафиксируйте его таким образом, чтобы зазор между опорными шейками и роликами составлял примерно 25+30 мм, при этом ротор не должен касаться неподвижных частей станка.

6.3.3. Расфиксируйте маятниковые подвески опор.

6.3.4. Поднимите опоры до касания опорных роликов с шейками ротора и осторожно переложите ротор на ролики, отпустите и удалите строповые устройства.

6.3.5. Зафиксируйте маятниковые подвески опор.

6.3.6. Проверьте вращение ротора на роликовых опорах.



Вращение ротора должно быть свободным, при этом касания вращающихся поверхностей ротора каких-либо поверхностей станка не допускается.

6.3.7. Проверьте при помощи уровня горизонтальность оси ротора.



Выравнивание по высоте с учетом разницы в диаметрах шеек ротора необходимо, чтобы избежать чрезмерных усилий на кардан, возникающих при вращении ротора, установленного с наклоном, превышающим допустимое значение составляющее 0,2 мм на 1000 мм длины ротора. Если отклонение от горизонтальности превышает эту величину, необходимо осуществить выравнивание ротора.

6.3.8. Выровняйте (в случае необходимости) с помощью цехового грузоподъемного крана ротор, для чего:

а) по шкалам на стойках (рис. 1Б, поз.17) определите, на какую высоту необходимо опустить или поднять опоры;

- б) расфиксируйте маятниковые опоры;
- в) приподнимите конец ротора краном;
- г) выставьте роликовый блок на требуемый уровень с учетом замеров горизонтальности минус установочный зазор 25 ± 30 мм;
- д) опустите краном ротор до ожидаемого уровня, используя режим минимальной подачи крана;
- е) выполните действия, описанные в пп. 6.3.4. + 6.3.6.

6.3.9. Проверьте радиальное биение планшайбы при помощи стрелочного индикатора.



**Допускаемое биение планшайбы - не более 0,05 мм.
При проверке биения маятниковая подвеска должна быть зафиксирована.**

6.3.10. Присоедините кардан к планшайбе (ротору), используя болты М16 из комплекта поставки станка, затяните гайки и контргайки на шпильках кардана.

6.3.11. Проверьте наличие гарантированного равномерного зазора между карданом и скобой узла поддержки и зафиксируйте контргайку узла поддержки.

6.3.12. Проверьте надежность фиксации опор в требуемом положении.

По окончании процесса балансировки необходимо корректно разгрузить станок, для чего действуйте в следующем порядке:

- а) Зафиксируйте роликовые опоры станка.
 - б) Отверните болты соединения кардана и ротора (переходной планшайбы), отведите кардан в сторону.
 - в) Застропите ротор и поднимите его с опорных роликов, соблюдая условие горизонтальности его оси, и переместите его в место хранения.
- Снимите планшайбу с ротора (в случае необходимости).

6.4. Предварительный пуск станка с ротором

Перед пуском станка необходимо удостовериться, что:

- поверхности опорных роликов смазаны небольшим количеством индустриального масла типа И-30А (ГОСТ 20799-88) или другой аналогичной смазкой;
- при вращении ротора от руки все элементы привода свободно вращаются.

6.4.1. Войдите в соответствующий экран вашего балансировочного прибора и запустите ротор во вращение со скоростью 40...50 об/мин, расфиксируйте маятниковые подвески и наблюдайте за поведением ротора

6.4.2. В случае отсутствия каких-либостораживающих явлений плавно увеличьте скорость вращения до величины технологической скорости балансировки и прокрутите ротор в течение нескольких минут, наблюдая за его поведением.

6.4.3. Остановите ротор, наблюдайте за процессом его выбега.

Во время всех операций ротор должен равномерно вращаться, при этом:

1) Если величина дисбаланса достаточно велика, ротор будет совершать поперечные колебания с ударами маятниковой подвески об ограничивающие упоры.

В этом случае необходимо остановить станок и выполнить статическую балансировку ротора.

2) Если при вращении ротора появляется характерный стук, то это может свидетельствовать о наличии забоин на его опорных шейках.

В этом случае необходимо остановить станок, произвести обработку опорных шеек или выбрать другие, более гладкие контактируемые поверхности.

6.5. Установка фотоотметчика и лазерного указателя.

Если вы собираетесь воспользоваться данными устройствами:

6.5.1. Установите на стойку станка магнитный держатель из комплекта станка и прикрепите к ней фотоотметчик таким образом чтобы выдерживались следующие основные условия:

- он оказался в одной плоскости с осью ротора, и луч лазера был направлен на выбранную поверхность с меткой;
- расстояние между кромкой фотоотметчика и поверхностью ротора было примерно 50 ± 280 мм.
- луч лазера не должен быть перпендикулярен к плоскости, проходящей через точку его касания поверхности ротора, а иметь отклонение примерно в $10 \pm 45^\circ$ как это показано на рисунке 10.
- контрольный светодиод, расположенный на фотоотметчике, четко мигает при прохождении пятном лазерного луча контрольной метки;
- всплески на осциллограмме, выводимой на дисплей балансировочного прибора при работе с подменю «Отметчик/каналы», будут одинаковыми по высоте и иметь равные интервалы как это показано на рисунке 10.

Таким же образом, как и фотоотметчик должен быть установлен и лазерный указатель за исключением требований, относящихся к контрольному светодиоду, который отсутствует в указателе.

ПРАКТИЧЕСКИЙ СОВЕТ

Предпочтительным является такое положение фотоотметчика, при котором пятно контакта его луча с поверхностью ротора и меткой находится в горизонтальной плоскости, а сам фотоотметчик не мешает установке и съему пробных грузов на плоскостях коррекции.

Это положение должно оставаться неизменным.

Наибольшее расстояние от ротора и фотоотметчика наиболее удобно, так как при этом меньше вероятность зацепить или повредить фотоотметчик при работе со станком, но это в свою очередь, может вызвать нестабильность работы балансировочного прибора.

Опыт показывает, что начальной величиной для регулировки расстояния является 100 миллиметров.



Необходимо исключить попадание прямых солнечных лучей или других концентрированных источников света непосредственно в излучатель фотоотметчика.



Для этого рекомендуется зашторивать близлежащие оконные проемы, выбрать соответствующее место установки фотоотметчика и т.п.

6.5.2. Настройте фотоотметчик как это описано в Руководстве по эксплуатации балансировочного прибора и плотно затяните все фиксаторы клеммных зажимов.

Если все вышеперечисленные операции проведены успешно, ваш станок готов к определению удельной остаточной неуравновешенности уложенного ротора.

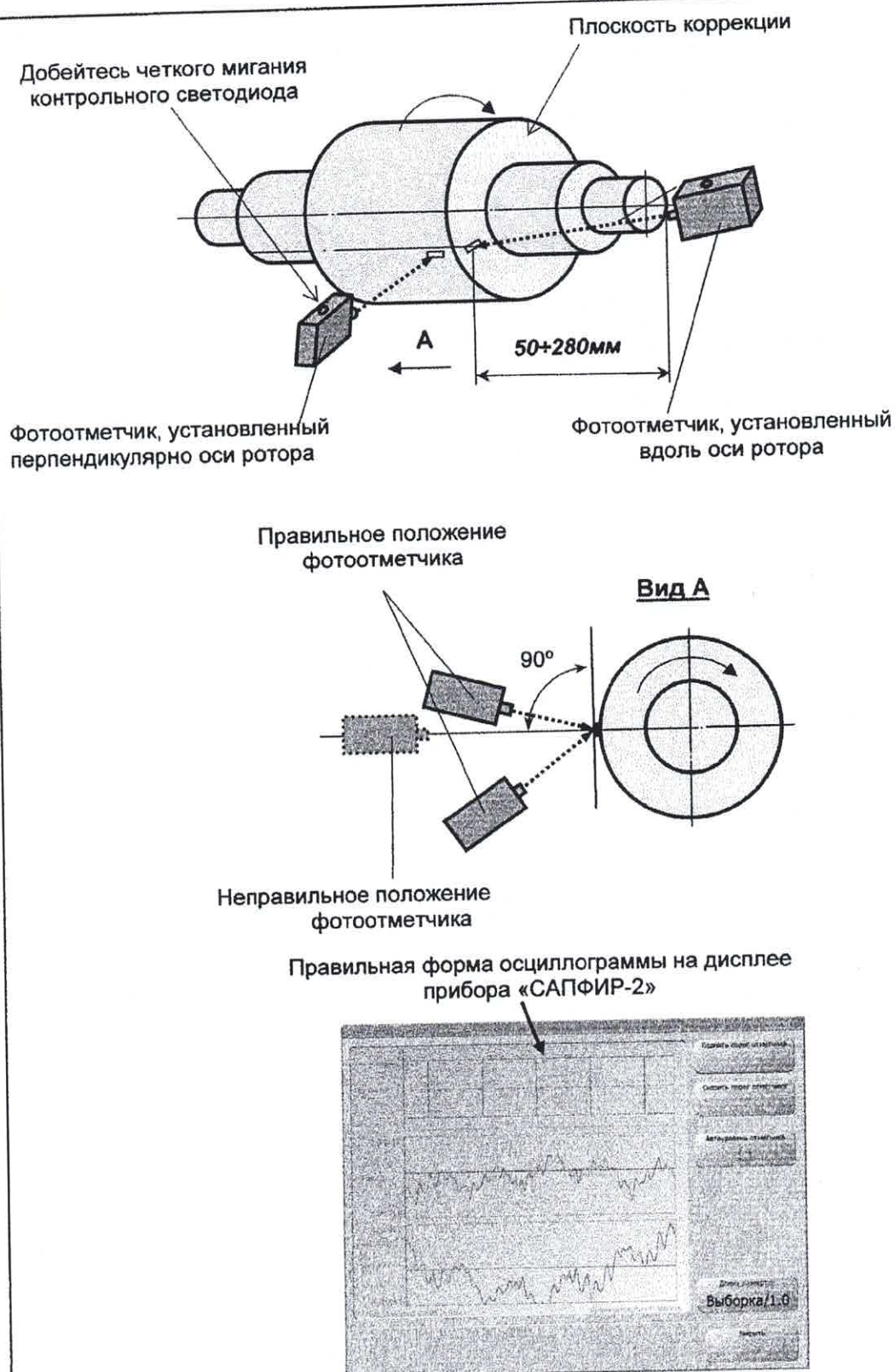


Рис. 10 Установка фотоотметчика

7. ТЕХНИКА БАЛАНСИРОВКИ НА СТАНКЕ

7.1. Метод коэффициентов влияния

Техника балансировки на балансировочных станках производства ООО «ДИАМЕХ 2000» (семейства ВМ***, В***, ВТ*** и др.) основана на компьютерном расчете удельной остаточной неуравновешенности (дисбаланса) методом коэффициентов влияния.

Под термином «коэффициенты влияния» применительно к балансировочным станкам понимаются определенные числовые параметры, показывающие, как изменяется вибрация на опорах при помещении груза единичной массы на соответствующую плоскость коррекции.

При известных достоверных коэффициентах влияния для конкретного проверяемого ротора определение остаточного дисбаланса будет выполнено за один первый пуск (рис. 9).

Сокращения далее по тексту:

ОП - оператор

СТ - станок;

БП - виброизмерительный прибор «САПФИР-2», осуществляющий функцию балансировки;

АРУ - автоматическая регулировка усиления.

КВ - коэффициенты влияния



Достоверно известными можно считать такие КВ, которые относятся к полностью идентичным роторам, то есть:

- а) одной и тоже конструкции и размеров;
- б) балансируемых на одной и той же частоте;
- в) имеющих одинаковые дополнительные принадлежности (шпонки и. т.п.);
- г) балансируемых при помощи одной и той же оснастки;
- д) с одной и той же установкой фотоотметчика.

Если:

- нарушено хотя бы одно из вышеперечисленных условий;
- коэффициенты влияния неизвестны вообще;
- достоверность КВ вызывает сомнения,

оператор должен выполнить процедуру определения коэффициентов влияния, состоящую как минимум из трех пробных пусков, в том числе:

- пуска, при котором измеряется исходная вибрация на опорах ротора;
- двух пробных пусков с грузами, устанавливаемыми поочередно на соответствующие плоскости коррекции (**Пробные пуски 1 и 2**).

При отсутствии коэффициентов влияния в окне «**Настройка**» для соответствующего ротора имеется сообщение «**Коэффициенты влияния [НЕТ]**».

Только после обработки данных этих трех пусков прибор «САПФИР-2» автоматически определяет коэффициенты влияния, при этом для ротора высвечивается сообщение «**Коэффициенты влияния [ЕСТЬ]**».

Данные этих трех пусков не записываются в протокол для печати (см. Руководство по эксплуатации виброизмерительного прибора «САПФИР»), и их результаты в комбинации **Исходная вибрация, Пробный пуск 1 и 2** просмотреть на соответствующих экранах прибора нельзя.

Вместе с тем, данные, полученные при пуске для измерения исходной вибрации, являются результатами, которые уже характеризуют исходный дисбаланс ротора.

Вследствие этого, после определения КВ прибор может рассчитать, исходя из них, значения корректирующих грузов и значения дисбаланса.

После этого расчета все результаты: уровень вибрации, грузы, дисбалансы – записываются в первую строку таблицы **Выполненные пуски**, а в истории балансировки конкретного ротора этим данным автоматически присваивается балансировочный статус: **Номер пуска 1**.

7.2. Пробные пуски для определения КВ.

7.2.1. Измерение исходной вибрации

При этом пуске определяется исходная вибрация ротора, при этом имеется в виду, что у данного ротора выбраны/определены плоскости коррекции и радиусы установки пробных грузов.

СТ: Ротор уложен на опоры.

БП: Экран «Балансировка», установлен режим управления «РУЧНОЕ», установлена точность (Количество усреднений).



В данном разделе описывается процедура определения коэффициентов влияния в ручном режиме, при автоматическом режиме переход к этапу, следующему после измерения вибрации, происходит без подачи команды «Дальше» (см. Руководство по эксплуатации виброизмерительного прибора «САПФИР-2»).

Коснитесь кнопки «Пуск», при этом:

СТ: Раскручивает ротор до рабочих оборотов с контролем стабильности оборотов,

БП: Производит запуск цикла измерения, контролирует процесс разгона и достижения стабильности скорости вращения, открывается кнопка «Дальше».

Коснитесь кнопки «Дальше», при этом открывается окно замера текущей вибрации.

Дождитесь, когда число усреднений достигнет заданного вами.

Коснитесь кнопки «Дальше», при этом появляется сообщение «Исходная вибрация была определена».

Коснитесь кнопки «ОК», после чего в таблице «Выполненные пуски» в графе «Исходная вибрация» появится сообщение «Выполнен».

СТ: Торможение и остановка ротора.

Для продолжения цикла определения КВ:

Коснитесь кнопки «Пуск», при этом открывается окно «Установка груза» с подсказкой рекомендуемой массы и угла установки пробного груза на первую плоскость (обычно левой плоскости коррекции, смотря с рабочего места оператора).

ОП: Подготовьте и тщательно взвесьте пробный груз, при этом вы можете ориентироваться на рекомендованное значение массы, и угла установки, либо ввести другие значения массы и угла, исходя из технологических соображений.

ПРАКТИЧЕСКИЙ СОВЕТ

Необходимую достоверность и точность коэффициентов влияния помогает обеспечить следующее правило:

- масса пробного груза должна быть такой, чтобы амплитуда вибрации ротора с этим пробным грузом в данной плоскости коррекции отличалась от исходной вибрации не менее чем в 2 раза;

либо

- фаза вибрации устанавливаемого пробного груза должна не менее чем на 30° отличаться от исходной.

СТ: Доверните ротор до совпадения метки с маркером на дисплее (вручную или с помощью кнопки «Довернуть»).

Установите и закрепите пробный груз на плоскости коррекции.



Центр тяжести пробного груза должен располагаться на роторе с лицевой стороны станка в горизонтальной плоскости.

7.2.2. Пробный пуск 1.

СТ: Ротор с пробным грузом в первой плоскости коррекции готов к запуску для измерения.

БП: Коснитесь кнопки «Пуск», при этом:

СТ: Раскручивает ротор до рабочих оборотов с контролем стабильности оборотов.

БП: Производит запуск цикла измерения, контролирует процесс разгона и достижения стабильности скорости вращения, открывается кнопка «Дальше».

Коснитесь кнопки «Дальше», при этом открывается окно замера текущей вибрации.

Дождитесь, когда число усреднений достигнет заданного вами.

СТ: Торможение и остановка ротора.



Сравнение величин амплитуд или фаз вибрации производится на основе данных в развернутом окне «Измерение вибрации» (текущая вибрация/предыдущая вибрация).

При недостаточной разности параметров целесообразно остановить измерение, поменять пробный груз на более тяжелый и выполнить Пробный пуск 1 с новым грузом. Для этого в экране БП «Измерение вибрации» следует нажать кнопки «Назад» → «Пуск», ввести данные нового груза и повторить действия по алгоритму

БП: Коснитесь кнопки «Дальше», при этом раскрывается окно «Удаление пробного груза».

ОП: Снимите пробный груз.

БП: Коснитесь кнопки «Дальше», при этом происходит возвращение в экран балансировки и цикл определения КВ продолжается.

Коснитесь кнопки «Пуск», при этом открывается окно «Установка груза» с подсказкой рекомендуемой массы и угла установки пробного груза на первую плоскость (обычно левой плоскости коррекции, смотря с рабочего места оператора).

ОП: Подготовьте и тщательно взвесьте пробный груз для второй плоскости коррекции, при этом вы можете ориентироваться на рекомендованное значение массы, и угла установки, либо ввести другие значения массы и угла, исходя из технологических соображений.

СТ: Доверните ротор до совпадения метки с маркером на дисплее (вручную или с помощью кнопки «Довернуть»).

Установите и закрепите пробный груз на второй плоскости коррекции.

7.2.3. Пробный пуск 2.

СТ: Ротор с пробным грузом во второй (правой) плоскости коррекции готов к запуску для измерения.

БП: Коснитесь кнопки «Пуск», при этом:

СТ: Раскручивает ротор до рабочих оборотов с контролем стабильности оборотов.

БП: Производит запуск цикла измерения, контролирует процесс разгона и достижения стабильности скорости вращения, открывается кнопка «Дальше».

Коснитесь кнопки «Дальше», при этом открывается окно замера текущей вибрации.

Дождитесь, когда число усреднений достигнет заданного вами.

СТ: Торможение и остановка ротора.



Сравнение величин амплитуд или фаз вибрации производится на основе данных в развернутом окне «Измерение вибрации» (текущая вибрация/предыдущая вибрация).



При недостаточной разности параметров целесообразно остановить измерение, поменять пробный груз на более тяжелый и выполнить Пробный пуск 2 с новым грузом. Для этого в экране БП «Измерение вибрации» следует нажать кнопки «Назад» → «Пуск», ввести данные нового груза и повторить действия по алгоритму

БП: Коснитесь кнопки «Дальше», при этом раскрывается окно «Удаление пробного груза».

ОП: Снимите пробный груз

БП: Коснитесь кнопки «Дальше», при этом происходит возвращение в окно «Вибрация по опорам», при этом цикл определения коэффициентов влияния завершен, и они автоматически записаны в память прибора.

После касания кнопки «Дальше» окна «Вибрация по опорам» появляется сообщение-запрос «Хотите установить корректирующие грузы? Да/Нет».

Для оценки необходимости дальнейшей балансировки нажмите кнопку «Да», при этом раскроется окно круговых диаграмм корректирующих грузов с сообщениями по каждой плоскости: коррекции:

- «В допуске», если текущий дисбаланс не превышает допустимый;
- «Не в допуске», если текущий дисбаланс превышает допустимый.

7.3. Корректировка распределения массы ротора

Если для плоскости коррекции отсутствует сообщение «В допуске» (см. выше), это означает, что удельная остаточная неуравновешенность ротора превышает допустимые значения, и оператору необходимо выполнить корректировку распределения массы.

Условно считается, что остаточная неуравновешенность (или дисбаланс) располагается на роторе в определенной точке плоскости балансировки, которое принято называть «тяжелым местом», а симметричную относительно оси ротора точку – «легким местом».

Корректировка распределения массы может быть осуществлена навеской корректирующего груза в легком месте либо удалением части массы ротора в тяжелом месте плоскости коррекции, причем предварительная настройка прибора производится в экране «Настройка» → «Параметры плоскости» при помощи кнопки-переключателя «Способ коррекции», при этом прибор автоматически вычисляет фазу (угловое месторасположение) либо легкого, либо тяжелого места.

Если технология уравнивания роторов предусматривает нанесение корректирующих грузов, необходимо подготовить их и тщательно взвесить, в случае, если предусматривается удаление масс, следует произвести тщательный расчет удаляемой массы с учетом плотности материала ротора, геометрии режущего инструмента и т.п.

Последовательность действий оператора (случай нанесения корректирующих грузов):

БП: После ответа «Да» в окне «Вибрация по опорам» раскрывается окно корректирующих грузов по плоскостям с параметрами их масс и углового положения.

ОП: Подготовьте необходимые грузы.

СТ: Доверните ротор из текущего положения до требуемого угла по каждой плоскости, которая требует коррекции и установите соответствующие грузы.

БП: Коснитесь кнопки «Дальше», при этом произойдет возврат в экран «Балансировка».

БП: Кнопкой «Угол груза плоскости 2» включите замер текущего углового положения ротора.

СТ: Доверните ротор из текущего положения до требуемого угла. Установите соответствующий груз.

БП: Коснитесь кнопки «Возврат».

БП: Коснитесь кнопки «Продолжить» и перейдите в экран «Балансировка».

Номер текущего корректирующего пуска «Текущий кор. пуск» в таблице пусков увеличится на единицу, и только после этого данные текущего пуска записываются в память БП.

После установки корректирующих грузов целесообразно выполнить проверочный пуск, который позволит удостовериться в правильности выполненных действий по устранению дисбаланса (неаккуратная или неточная установка корректирующих грузов может не обеспечить ввод дисбаланса в установленный допуск).

Последовательность процедуры поверочного пуска:

СТ: Ротор готов к замеру.

БП: Экран «Балансировка» → «Пуск» → «Дальше», происходит замер вибрации ротора.

После завершения цикла измерения в окне **«Коррекция массы по плоскостям»** в таблице **«Текущий дисбаланс»** вы сможете увидеть достигли ли вы допустимого значения.

При касании кнопки **«Дальше»** появляется сообщение-запрос **«Хотите установить корректирующие грузы? Да/Нет»**.

При ответе **«Нет»** вы заканчиваете цикл балансировки, при ответе **«Да»** - продолжаете коррекцию дисбаланса.

8. КОНТРОЛЬ БИЕНИЙ

8.1. Настройка установки контроля биений

Настройку установки для контроля биений следует производить на неподвижном роторе.

Виброизмерительный прибор «САПФИР-2» должен быть активирован, нижеописанную процедуру настройки следует производить для каждого контролируемого сечения ротора.

- 1) Произвольно выберите сечение ротора, на котором вы собираетесь произвести контроль биений, это может быть как радиальное, так и торцовое биение.
- 2) Подведите, пользуясь ключом-трещеткой, раму установки таким образом, чтобы стойка оказалась под выбранным сечением (в случае настройки по радиальному биению) или в непосредственной близости от него (в случае настройки по торцовому биению).
- 3) Выберите соответствующую насадку (см. рисунок 7).
- 4) Установите насадку на зубчатую рейку, зафиксируйте винтом и, регулируя положение рейки по высоте, добейтесь того, чтобы при касании ролика с контролируемой поверхностью, штырь оказался примерно в середине его полного хода.
- 5) После этого вставьте в нижнюю часть насадки индуктивный преобразователь, прижмите его верхний торец к штырю, как показано на рисунке 7 и зафиксируйте его положение винтом (поз. 1).
- 6) Войдите из экрана «Агент загрузки» в экран «Измерение геометрии».
- 7) Войдите в окно «Данные роторов» и отметьте на роторе измеряемое сечение (поле «Сечение ...»).
- 8) Отпустите винт фиксации датчика и, осторожно перемещая индуктивный преобразователь вместе с подпружиненным штырем вверх-вниз, добейтесь того, чтобы заливка поля «Сечение...» заняла ровно половину этого поля – это и будет правильным положением индуктивного преобразователя.
- 9) Окончательно зафиксируйте индуктивный преобразователь в этом положении.
- 10) Подобную операцию вы должны будете произвести для каждого сечения, биение в котором вы собираетесь проконтролировать.

8.2. Пояснения по работе с экраном «Измерение геометрии»

После нажатия оператором кнопки «Измерение геометрии» на основном экране «Агент загрузки» виброизмерительного прибора «САПФИР-2» на дисплее появляется экран, показанный на рисунке 11.

На табло в левой части окна помещена сетка координат для круговой диаграммы биений, поделенная лучами по числу болтов полумуфты (здесь их 18), стыковки ротора и планшайбы кардана балансировочного станка, а также других полумуфт ротора.

К угловому местоположению этих болтов в дальнейшем будут привязаны точки контроля биений.

Болты должны быть пронумерованы, причем к началу контроля биений первый болт должен находиться в одной плоскости с нулевой точкой планшайбы либо фазовой отметкой.

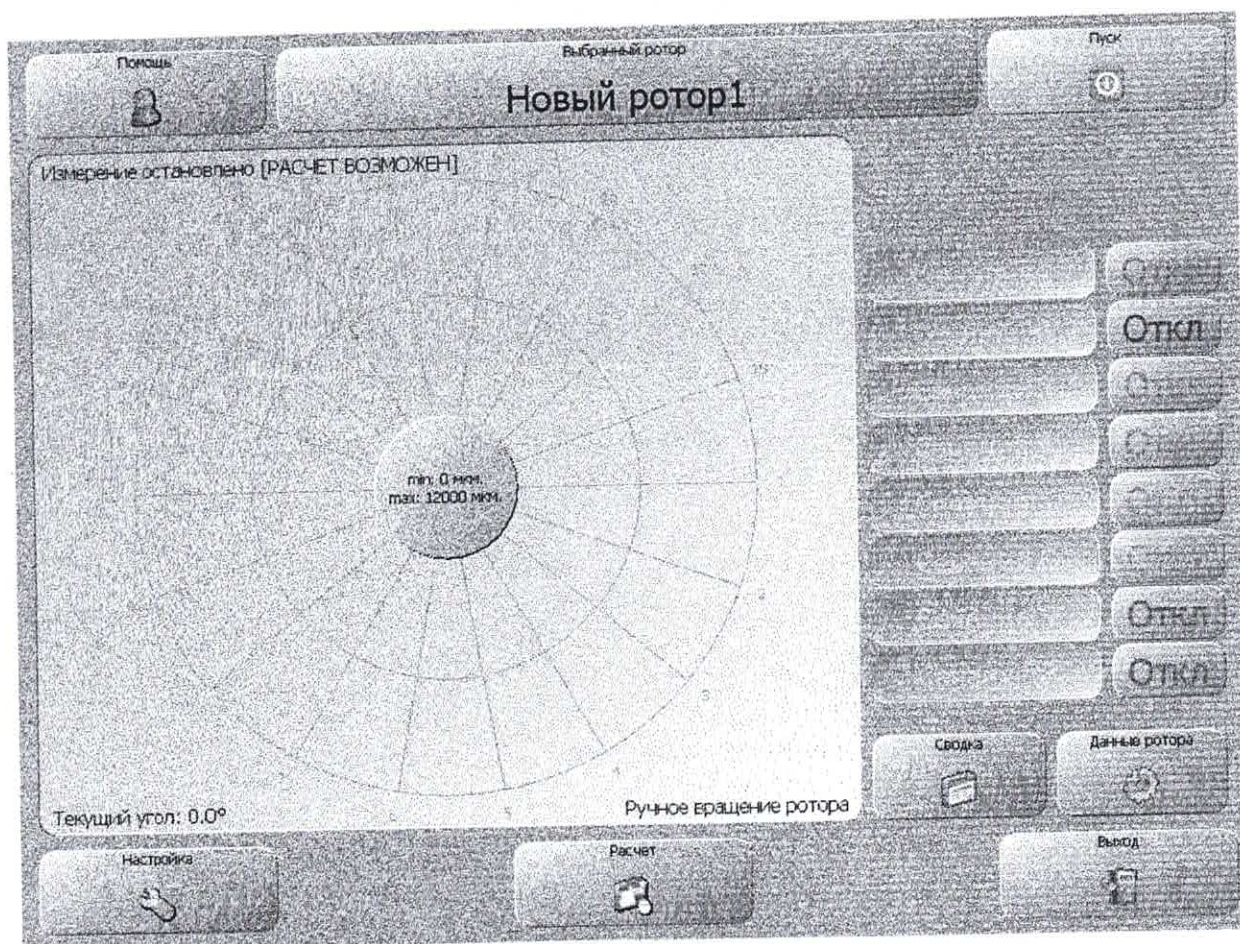


Рис. 11 Окно «Измерение геометрии ротора»

Так как процесс контроля биений подразумевает сохранение в памяти прибора «САПФИР-2» значений этих параметров для каждого конкретного ротора, оператору, прежде всего необходимо провести его идентификацию.

Нажатием на поле «**Выбранный ротор**» открывается окно, показанное на рисунке 12, в котором следует ввести обозначение контролируемого ротора, например «Ротор ТВД 628.900 СБ».

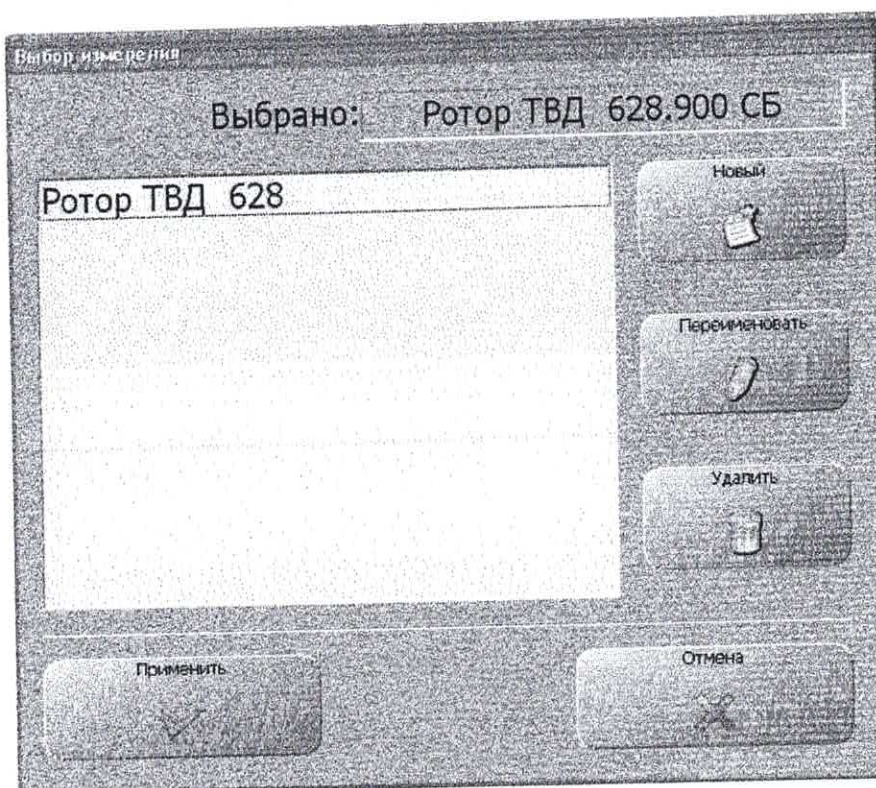


Рис.12 Окно «Выбор измерения»

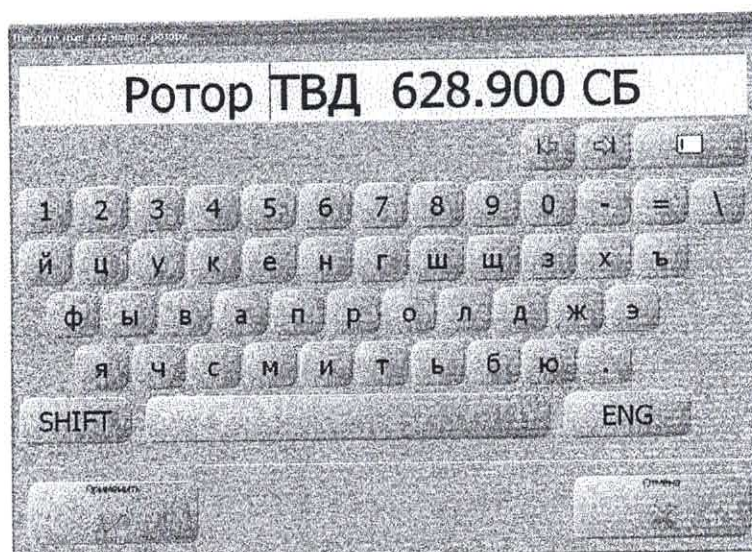


Рис. 13 Окно ввода обозначения ротора

Кроме шаблонов программа предусматривает возможность введения через порт USB и загрузку чертежей ротора, фотографий и т.п., при условии выполнения их в формате .JPG (см. рисунок 16) .

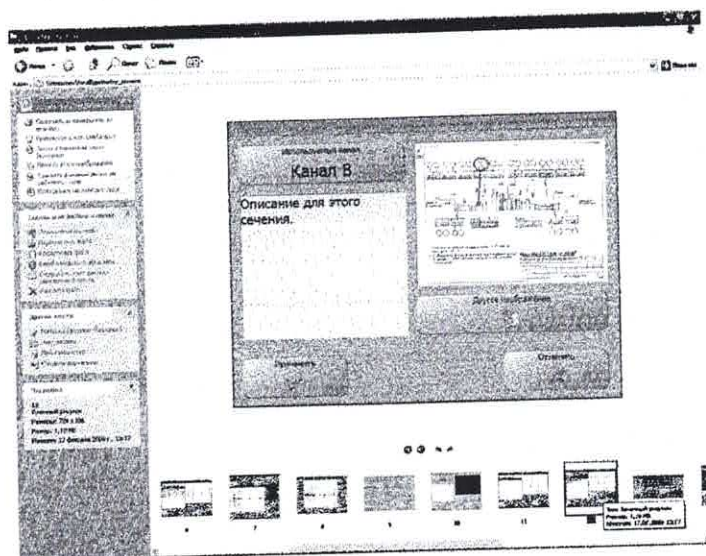


Рис. 16 Окно «Ввод изображения ротора»

1) Нажав на поле «Выбрать сечения», раскрыть окно, показанное на рисунке 17, и назначить на роторе контролируемые сечения.

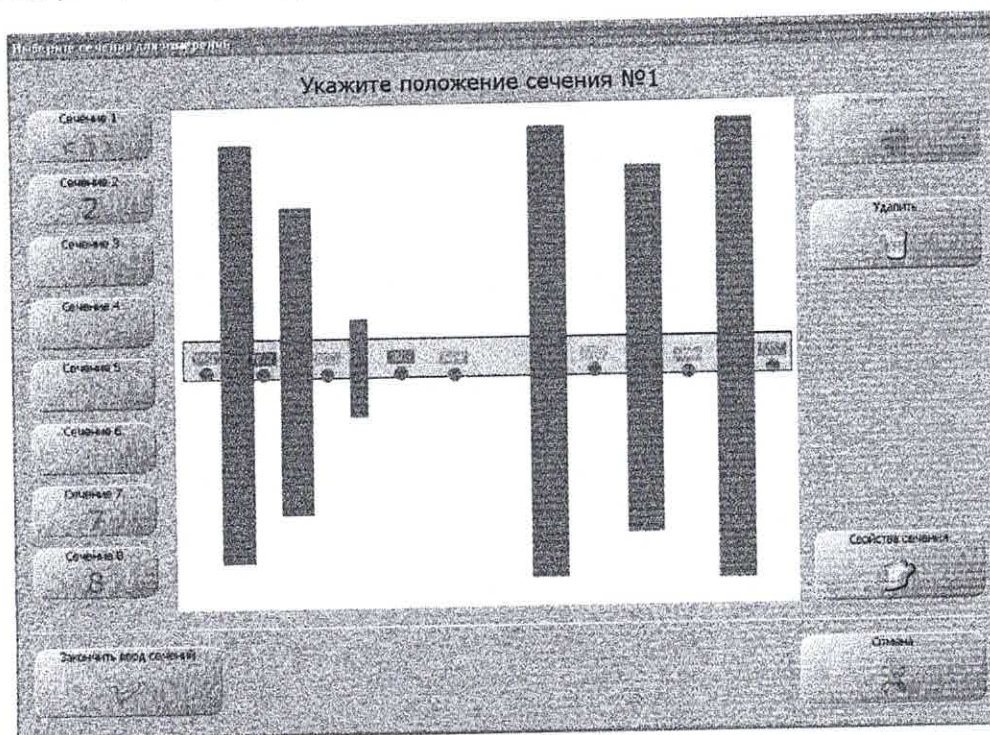


Рис. 17 Окно «Выбор сечений ротора»

2) Нажав на поле «Свойства сечения», раскрыть соответствующее окно, в котором можно ввести описание конкретного сечения (если применимо).

- 3) Нажав на поля **«Количество болтов муфты»**, раскрыть окно и ввести данные.
- 4) Нажав на поле **«Описание муфты»**, раскрыть соответствующее окно и ввести данные, например **«Полумуфта РСД, сторона ВД, полумуфта РСД, сторона НД»**.

Закончив ввод параметров, относящихся к ротору и возвратившись к основному окну **«Измерение геометрии ротора»** можно увидеть, что на нем два первых сечения автоматически представлены как активированные (надпись на поле **«ВКЛ»**), а остальные представлены как не активированные (надпись на поле **«ОТКЛ»**).

На самом деле в случае, если необходимо обратиться к какому-либо как бы «неактивированному» сечению, следует нажать на поле **«ОТКЛ»**, и сечение будет активировано (надпись сменится на **«ВКЛ»**).

Нажатием на поле **«Сечение ...»**, раскрывается окно, в котором можно назначить канал измерения для данного сечения (поле **«Используемый канал»** показано на рисунке 16), имея в виду, что в приборе **«САПФИР-2»** предусмотрены два канала измерения, которые обозначаются литерами А и В.

Выбор способа вращения ротора производится в окне **«Настройка измерения»**, показанном на рисунке 18, возможно ротор вращать вручную, либо с фиксированной наименьшей скоростью (режим **«ПРИВОДОМ СТАНКА»**), автоматически устанавливаемой КУБ **«ВЕКТОР»**.

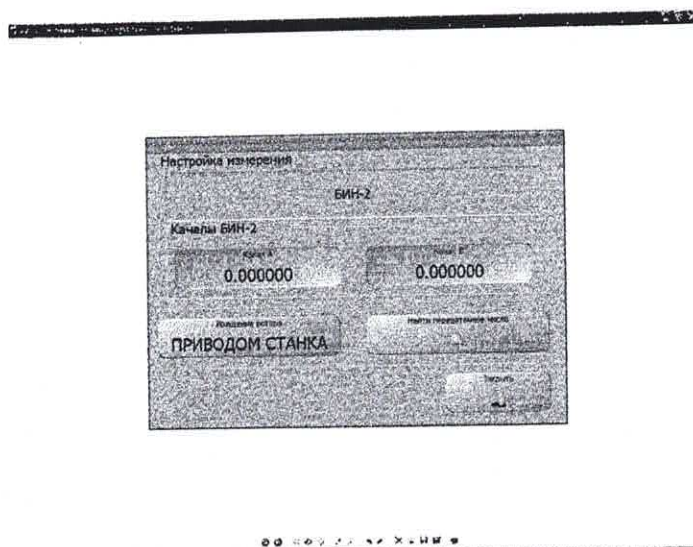


Рис. 18 Окно «Выбор способа вращения»

При выборе режима **«ПРИВОДОМ СТАНКА»** пуск производится нажатием на поле в верхней правой части окна, при этом картинка поля меняется на **«СТОП»**, нажав на которую можно остановить вращение.

По результатам процедуры контроля биений прибор **«САПФИР-2»** выводит на свой дисплей суммарную картину распределения биений в выбранных сечениях, пример которой показан на рисунке 19.

Каждая диаграмма имеет свой цвет, совпадающий с цветом заливки поля **«Сечение...»**.

Нажав на поле-экран в месте расположения диаграммы можно раскрыть окно, показанное на рисунке 20, в котором эти же диаграммы представлены в виде синусоид.

Нажав на поле «**Расчет**», можно раскрыть окно, показанное на рисунке 21, где в виде таблицы представлены параметры биения (мкм) в сечениях и в месте расположения болтов полумуфты.

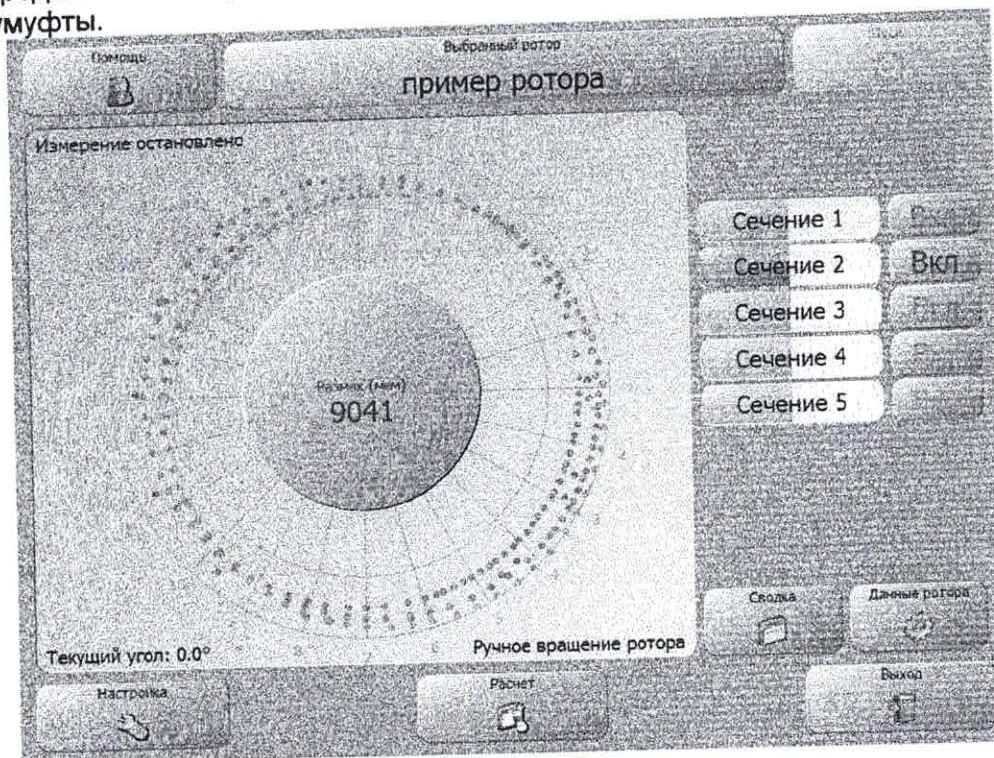


Рис. 19 Окно «Круговые диаграммы биений»

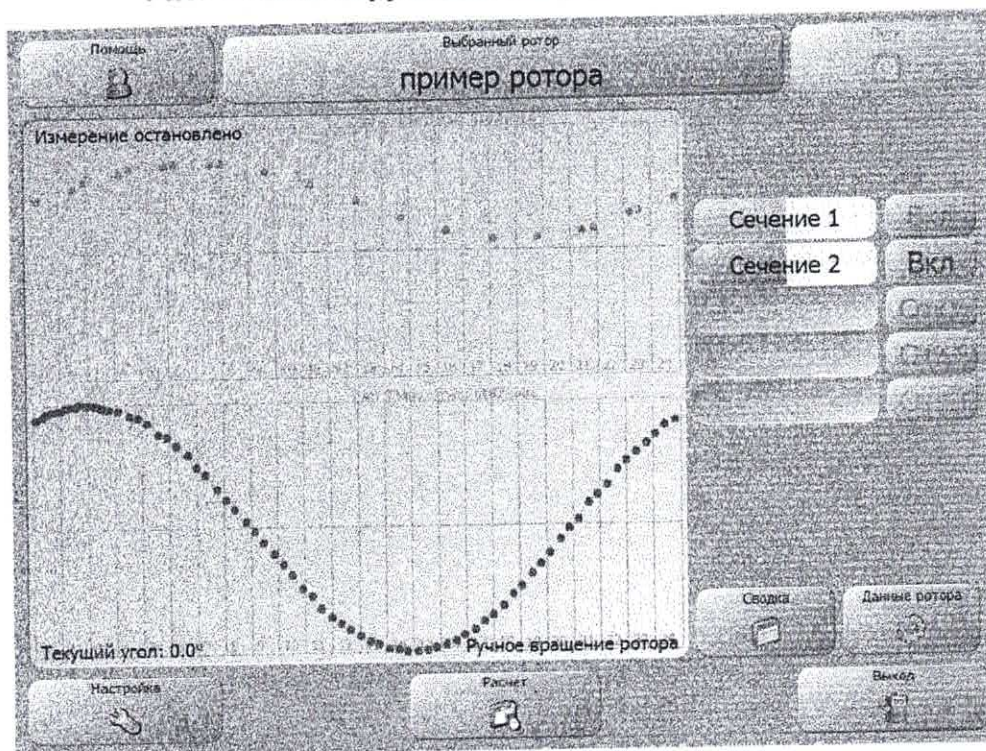


Рис. 20 Окно «Круговые диаграммы в виде синусоид»

Таблица смещений по болтам планшайбы

Болт/Сечение	Сечение 1	Сечение 2	Сечение 3	Сечение 4
1	5827/2.0°	2/2.0°	5827/2.0°	8164/4.0°
2	6109/18.0°	2/18.0°	6109/18.0°	8769/20.0°
3	6112/37.0°	2/39.0°	6112/37.0°	9041/36.0°
4	5901/53.0°	2/53.0°	5901/53.0°	8916/52.0°
5	5338/74.0°	2/74.0°	5338/74.0°	8176/74.0°
6	4587/90.0°	2/90.0°	4587/90.0°	7361/90.0°
7	3797/106.0°	2/106.0°	3797/106.0°	6245/106.0°
8	2719/127.0°	2/127.0°	2719/127.0°	4682/127.0°
9	1914/143.0°	2/143.0°	1914/143.0°	3359/143.0°
10	1100/159.0°	2/165.0°	1100/159.0°	1942/164.0°
11	414/181.0°	2/181.0°	414/181.0°	1013/180.0°
12	88/197.0°	2/202.0°	88/197.0°	417/196.0°
13	24/218.0°	2/207.0°	24/218.0°	91/215.0°
14	261/234.0°	2/234.0°	261/234.0°	218/234.0°
15	755/250.0°	2/245.0°	755/250.0°	776/252.0°
16	1591/271.0°	2/271.0°	1591/271.0°	1826/271.0°
17	2393/287.0°	2/287.0°	2393/287.0°	5140/290.0°
18	3222/303.0°	2/303.0°	3222/303.0°	4362/306.0°
19	4418/325.0°	2/325.0°	4418/325.0°	5596/322.0°
20	5069/341.0°	2/335.0°	5069/341.0°	7016/343.0°

Рис. 21 Окно «Расчет параметров биений»

Программа прибора «САПФИР-2» дает оператору возможность составить отчет, распечатать его на принтере (см. рисунок 22).

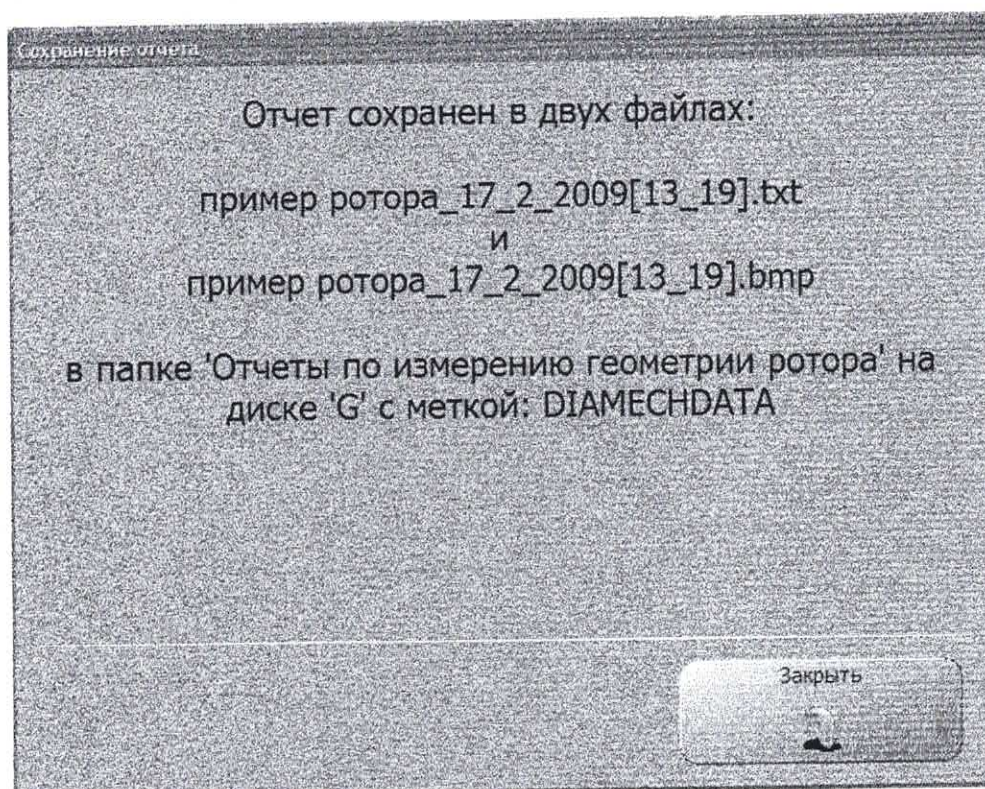


Рис. 22 Окно «Виды файлов отчета»

8.2. Последовательность действий оператора

Перед контролем:

Ротор	Установлен на опорные ролики, кардан присоединен, определена поверхность для обработки.
Установка для контроля биений	Установлена на основании балансировочного станка. Выбрана необходимая насадка.
Виброизмерительный прибор «САПФИР-2»	Активирован, выбрана функция «Измерение геометрии ротора».

- 1) Подведите раму установки к первому выбранному сечению и настройте индуктивный преобразователь как описано в разделе.
- 2) Проверьте активацию данного сечения на основном экране «Измерение геометрии ротора».
- 3) Приведите во вращение ротор, это можно сделать двумя способами (вручную или приводом балансировочного станка) и следите за появлением круговой диаграммы на экране поле.
- 4) Дождитесь появления надписи «ИЗМЕРЕНИЕ ВОЗМОЖНО», свидетельствующей о корректном завершении процесса измерения.
- 5) Подобным образом произведите контроль биений в других выбранных сечениях.

9. МЕТОД КОНТРОЛЯ ТОЧНОСТИ СТАНКА

Методика определения допуска на остаточную неуравновешенность роторов приводится в ПРИЛОЖЕНИИ № 1 к Руководству.

При изготовлении балансировочных станков серии ВМ*** предприятие-изготовитель ООО «ДИАМЕХ 2000» обеспечивает его высокую точность, подтверждаемую при пуско-наладочных работах соответствующим актом.

Для обеспечения достаточного уровня надежности станка и высокого качества проводимых на нем работ эксплуатирующей организации следует периодически проводить проверку станка на точность.

Учитывая, что проверка станка на точность измерения удельной остаточной неуравновешенности по ГОСТ 20076-89 или ИСО 2953-75:1999 технически трудна и методически чрезвычайно трудоемка, техническое руководство ООО «ДИАМЕХ 2000» разработало и утвердило собственную методику аттестации станка (высылается по требованию).

Предлагаемая методика гораздо проще в реализации, так как основана на использовании любого уже отбалансированного ротора, а не эталонного, требуемого по ГОСТу.

Суть методики заключается в том, чтобы установить на любой отбалансированный ротор в любую плоскость коррекции груз известной массы на известный угол и провести измерения.

На экране виброизмерительного прибора «САПФИР-2» после проведенного измерения должно быть указано значение массы установленного груза с фазой реального положения установленного контрольного груза (в случае работы в режиме «снятие массы»).

Для аттестации станка массу контрольного груза следует выбирать такой, чтобы для данной плоскости коррекции и, соответственно, для данного радиуса размещения груза она равнялась пятикратной минимальной массе (см. ГОСТ 20076-89) груза, вызывающего удельную остаточную неуравновешенность, равную пределу чувствительности станка.

Разброс нескольких замеров одного и того же контрольного груза не должен превышать величины $\pm 12\%$ (см. ГОСТ 20076-89).

Многолетний опыт эксплуатации станков серии ВМ*** в различных отраслях отечественной промышленности показал справедливость данной методики, так как она основана на конкретной технологии измерения реальных физических объектов.

10. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СТАНКА

Многолетний опыт эксплуатации балансировочных станков серии ВМ*** производства ООО «ДИАМЕХ 2000» показал, что это оборудование в силу своей конструкции и высокого качества изготовления не требует значительных по трудоемкости работ по техническому обслуживанию.

При условии грамотной эксплуатации эти балансировочные станки также не требуют организации планово-предупредительного ремонта, отдельные ремонтные работы обычно производятся, исходя из технического состояния станка, и сводятся к замене вышедших из строя запасных частей.

При заказе запасных частей необходимо указать заводской номер станка и год его изготовления.

Основные операции технического обслуживания:

1) Периодический контроль (один-два раза в неделю при ежедневной работе станка) натяжения зубчатых ремней привода шпиндельной бабки.

Степень натяжения ремней проверяется по величине прогиба ветви. При нагружении усилием 50 ± 80 Н (5 ± 8 кг) прогиб ветви ремня должен быть не более 10 ± 12 мм.

2) Проверка не реже одного раза в месяц выставления и затяжки опор основания. Свободное провисание участков основания в зоне опор не допускается.

3) Очистка от грязи направляющих основания, смазка.

4) Очистка узлов опорных роликов от грязи и излишков смазки, нанесение на наружную поверхность роликов тонкого слоя пластичной смазки типа «Солидол технический «С» по ГОСТ 4366-76

После балансировки следует отключить электропитание станка.

Все принадлежности станка должны храниться в специальной таре;



Недопустимо попадание абразива и стружки на опорные ролики и направляющие основания, перед перемещением опорных стоек направляющие основания следует тщательно протирать



Для протирки экрана прибора «САПФИР-2» не допускается использование химических растворителей

11. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Обозначение автоматов отключения электропитания дано согласно типовой принципиальной электросхеме ПРИЛОЖЕНИЕ № 2, электросхема конкретного станка дается в его паспорте.

Расположение автоматов в электрошкафу показано на рисунке 23.



Перед началом любых ремонтных работ на станке необходимо исключить возможность его непреднамеренного включения.

Открытие задней дверцы электрошкафа и проведение работ внутри него допустимо только после прекращения подачи электропитания – отключения внешнего автоматического выключателя. Работы должны проводиться подготовленным и аттестованным персоналом предприятия.

Повесьте предупредительный знак над пультом управления, чтобы избежать случайного нажатия кнопок.

Установите ограждение, чтобы предотвратить доступ или вмешательство посторонних лиц.

Отказ	Возможная причина	Метод устранения
1. Электрошкаф не включается.	1. Отсутствует трехфазное сетевое напряжение 380 В 2. Выключен автомат QF1 3. Нажата кнопка аварийного выключения.	1. Подать напряжение (см. п. 5.1.). 2. Включить автомат 3. Разблокировать кнопки повторным нажатием
2. Не работает вентилятор охлаждения электродвигателя	Срабатывание автомата QF5	Выключить автомат QF1, включить автомат QF5, включить автомат QF1
3. Отсутствует свечение кнопок панели управления	Сработала автоматическая защита частотного преобразователя	Выключить электропитание автоматом QF1. Определить код ошибки на панели преобразователя, устранить причину отказа
4. Нестабильна частота вращения ротора.	1. Неисправен датчик угла, установленный на электродвигателе	1. Заменить датчик
	2. Вышла из строя муфта между датчиком и электродвигателем	2. Осмотреть муфту, в случае повреждения – заменить
	3. Оборван кабель электропитания датчика	3. «Прозвонить» кабель, устранить обрыв
	4. Отсутствуют установки в приборе «САПФИР-2»	4. Внести установки

Схема подключения внешнего электропитания к
электрошкафу станка

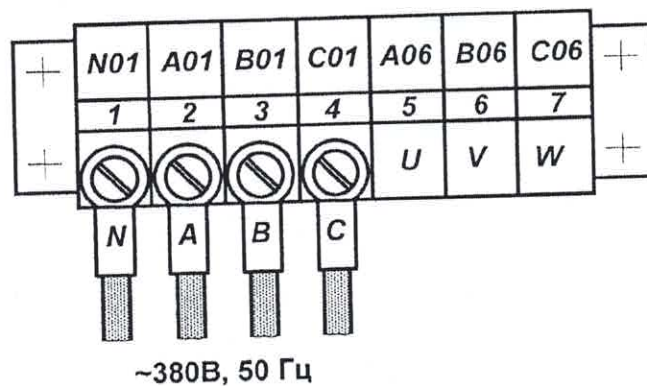
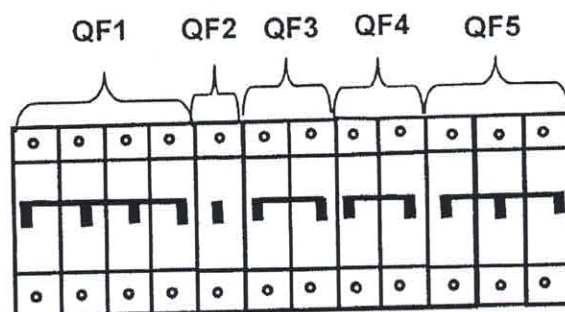


Схема расположения автоматов в электрошкафу



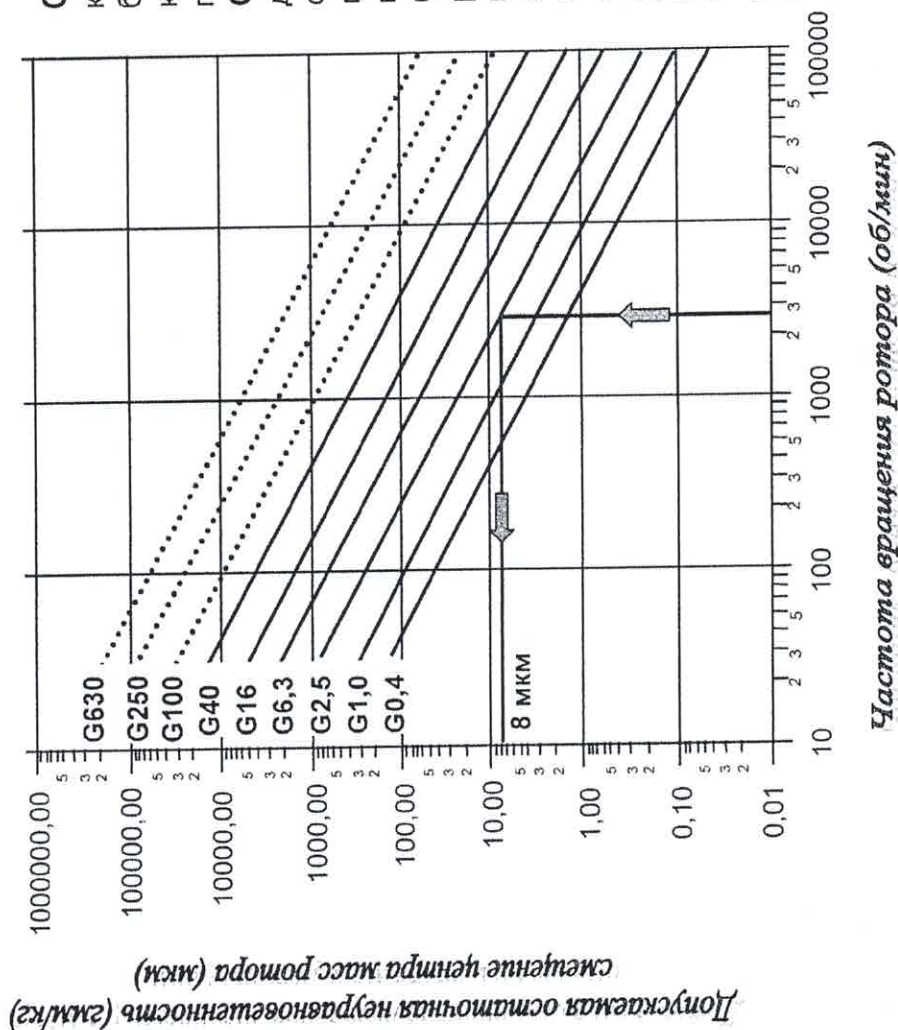
- QF1 – Вводной
- QF2 – Защита частотного преобразователя
- QF3 – Защита трансформатора TV1
- QF4 – Защита 220V
- QF5 – Защита вентилятора электродвигателя

Рис. 23 Элементы электрооборудования балансировочного станка BM 65000

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1

Номограмма «Нормы на уравнивание роторов»

Классы точности балансировки основных
видов машин и оборудования



G40 – колеса легковых автомобилей, ободы колес, бандажи, приводные пары, тормозные барабаны автомобиля, колесные пары, узлы коленчатых валов двигателей легковых, грузовых автомобилей и локомотивов

G16 – приводы специального назначения, детали двигателей, коленчатые валы, части сельскохозяйственных машин и дробилок, приводные валы (судовых винтов, карданные валы).

G6,3 – рабочие колеса насосов и вентиляторов, ротора электромашин общего назначения, маховики, крыльчатки ц/б насосов, ротора авиационных газотурбинных двигателей

G2,5 – паровые и газовые турбины, турбокомпрессоры, приводы станков, жесткие ротора турбогенераторов, маленкие и специальный ротора электромашин

G1,0 – маленкие ротора электромашин и приводов специального назначения

G0,4 – шпиндели, шлифовальные круги, прецизионные шлифовальные колеса, гироскопы

Классы точности балансировки роторов даны в соответствии с нормативными документами ГОСТ 20061-76, ISO 2953:1999, ISO 1940-1:2003, VDI 2060 ANSI S2-19 и др.

Для определения допуска на остаточную неуравновешенность для ротора необходимо:

- 1) Определить принадлежность вашего ротора к какой-либо категории (классу точности);
- 2) Провести на номограмме вертикально вверх прямую от значения максимальной частоты вращения вашего ротора на горизонтальной оси до пересечения с наклонной прямой, соответствующей выбранной вами категории;
- 3) Провести от точки пересечения горизонтальную прямую.
- 4) Точка пересечения с вертикальной осью номограммы даст вам значение допускаемой неуравновешенности в мкм.

На рисунке приведен пример определения допускаемой неуравновешенности значением **8 мкм** для ротора, имеющего частоту вращения **3000 об/мин** и относящегося к классу **G 2.5**.

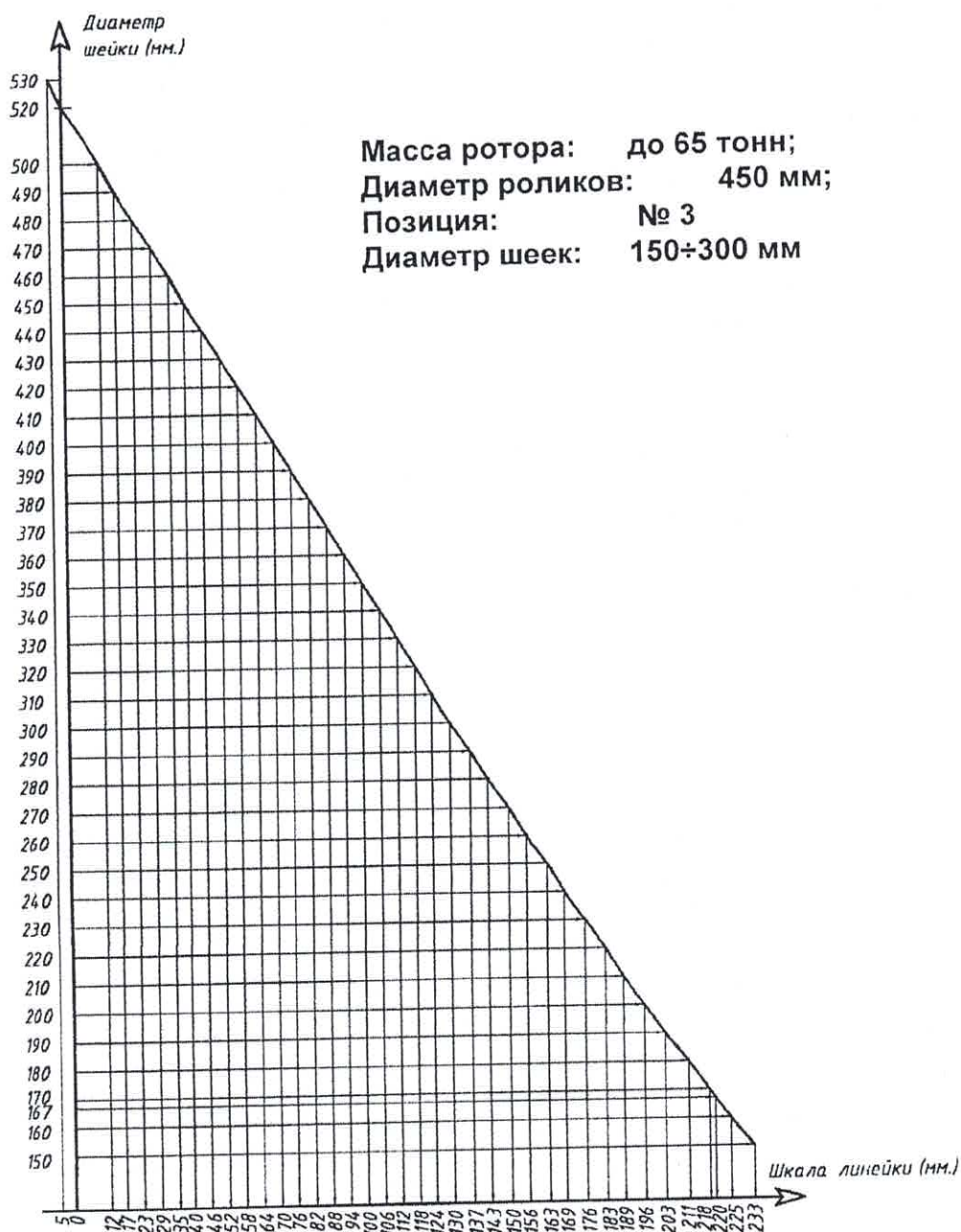
Расчет может быть также произведен по формуле:

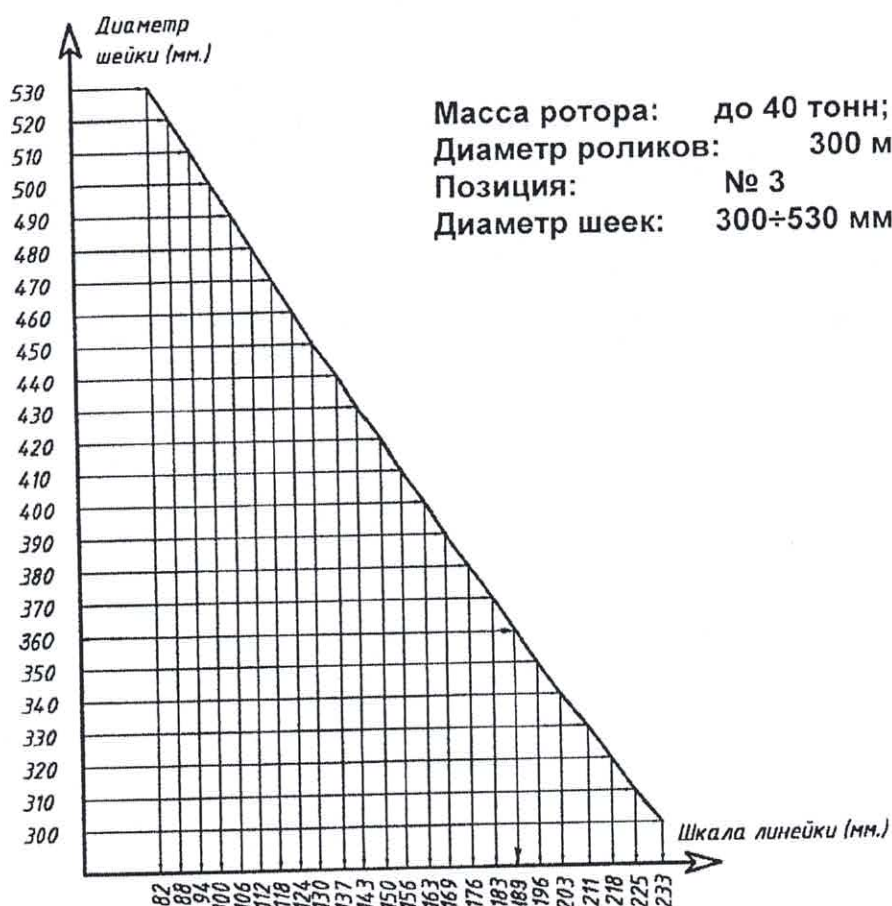
$$U = \frac{9549 \cdot G}{N}, \text{ где}$$

- U** - допускаемая неуравновешенность в г·мм/кг;
G - класс точности балансировки;
N - рабочая частота вращения об/мин

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2

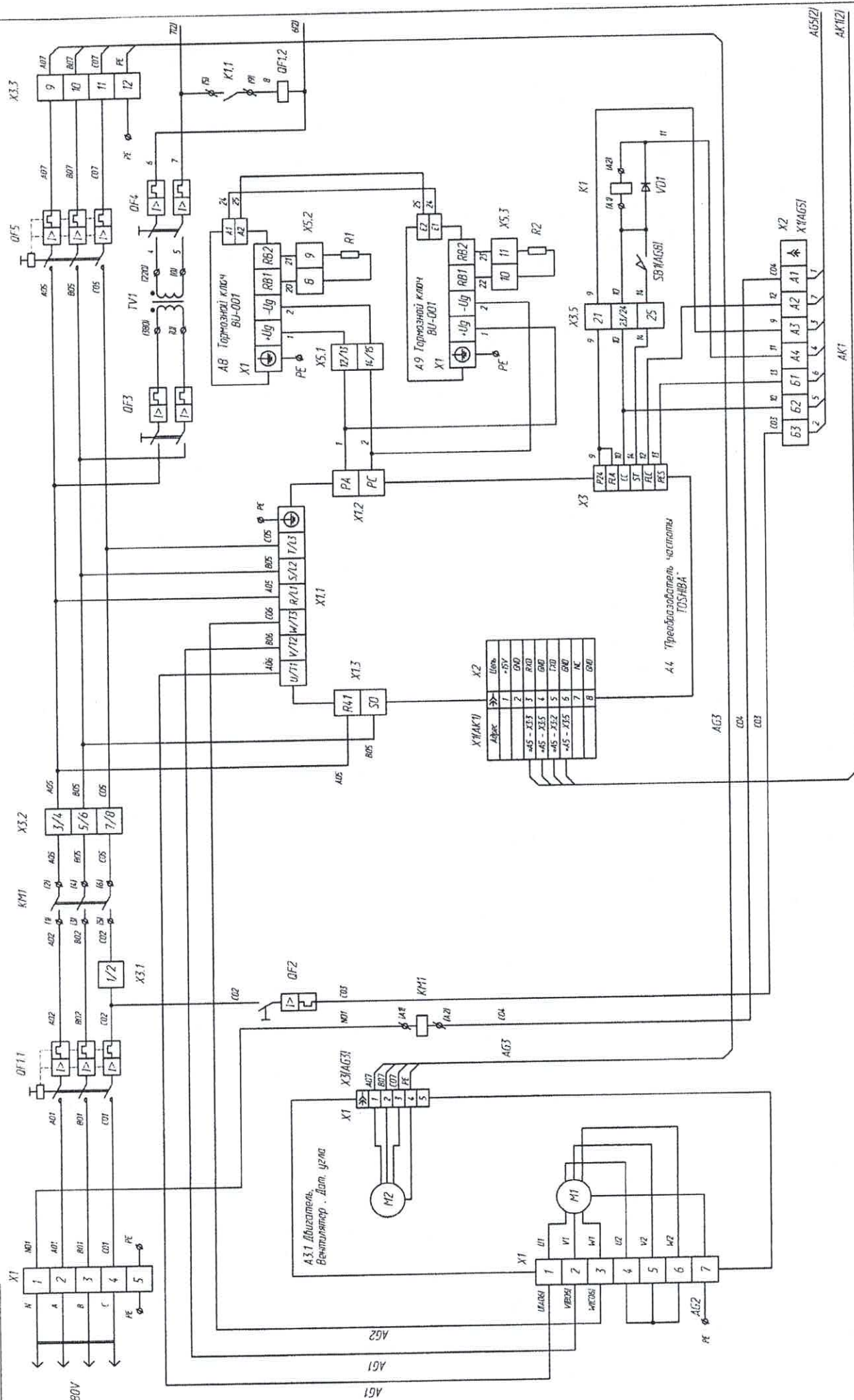
Номограммы
для определения высоты подъема роликового блока
балансировочного станка ВМ 65000





ПРИЛОЖЕНИЕ № 3

**Схема принципиальная электрическая балансировочного станка
модель ВМ 65000 (на двух стр.)**



№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11	№ 12	№ 13	№ 14	№ 15	№ 16	№ 17	№ 18	№ 19	№ 20	№ 21	№ 22	№ 23	№ 24	№ 25	№ 26	№ 27	№ 28	№ 29	№ 30	№ 31	№ 32	№ 33	№ 34	№ 35	№ 36	№ 37	№ 38	№ 39	№ 40	№ 41	№ 42	№ 43	№ 44	№ 45	№ 46	№ 47	№ 48	№ 49	№ 50	№ 51	№ 52	№ 53	№ 54	№ 55	№ 56	№ 57	№ 58	№ 59	№ 60	№ 61	№ 62	№ 63	№ 64	№ 65	№ 66	№ 67	№ 68	№ 69	№ 70	№ 71	№ 72	№ 73	№ 74	№ 75	№ 76	№ 77	№ 78	№ 79	№ 80	№ 81	№ 82	№ 83	№ 84	№ 85	№ 86	№ 87	№ 88	№ 89	№ 90	№ 91	№ 92	№ 93	№ 94	№ 95	№ 96	№ 97	№ 98	№ 99	№ 100	№ 101	№ 102	№ 103	№ 104	№ 105	№ 106	№ 107	№ 108	№ 109	№ 110	№ 111	№ 112	№ 113	№ 114	№ 115	№ 116	№ 117	№ 118	№ 119	№ 120	№ 121	№ 122	№ 123	№ 124	№ 125	№ 126	№ 127	№ 128	№ 129	№ 130	№ 131	№ 132	№ 133	№ 134	№ 135	№ 136	№ 137	№ 138	№ 139	№ 140	№ 141	№ 142	№ 143	№ 144	№ 145	№ 146	№ 147	№ 148	№ 149	№ 150	№ 151	№ 152	№ 153	№ 154	№ 155	№ 156	№ 157	№ 158	№ 159	№ 160	№ 161	№ 162	№ 163	№ 164	№ 165	№ 166	№ 167	№ 168	№ 169	№ 170	№ 171	№ 172	№ 173	№ 174	№ 175	№ 176	№ 177	№ 178	№ 179	№ 180	№ 181	№ 182	№ 183	№ 184	№ 185	№ 186	№ 187	№ 188	№ 189	№ 190	№ 191	№ 192	№ 193	№ 194	№ 195	№ 196	№ 197	№ 198	№ 199	№ 200	№ 201	№ 202	№ 203	№ 204	№ 205	№ 206	№ 207	№ 208	№ 209	№ 210	№ 211	№ 212	№ 213	№ 214	№ 215	№ 216	№ 217	№ 218	№ 219	№ 220	№ 221	№ 222	№ 223	№ 224	№ 225	№ 226	№ 227	№ 228	№ 229	№ 230	№ 231	№ 232	№ 233	№ 234	№ 235	№ 236	№ 237	№ 238	№ 239	№ 240	№ 241	№ 242	№ 243	№ 244	№ 245	№ 246	№ 247	№ 248	№ 249	№ 250	№ 251	№ 252	№ 253	№ 254	№ 255	№ 256	№ 257	№ 258	№ 259	№ 260	№ 261	№ 262	№ 263	№ 264	№ 265	№ 266	№ 267	№ 268	№ 269	№ 270	№ 271	№ 272	№ 273	№ 274	№ 275	№ 276	№ 277	№ 278	№ 279	№ 280	№ 281	№ 282	№ 283	№ 284	№ 285	№ 286	№ 287	№ 288	№ 289	№ 290	№ 291	№ 292	№ 293	№ 294	№ 295	№ 296	№ 297	№ 298	№ 299	№ 300	№ 301	№ 302	№ 303	№ 304	№ 305	№ 306	№ 307	№ 308	№ 309	№ 310	№ 311	№ 312	№ 313	№ 314	№ 315	№ 316	№ 317	№ 318	№ 319	№ 320	№ 321	№ 322	№ 323	№ 324	№ 325	№ 326	№ 327	№ 328	№ 329	№ 330	№ 331	№ 332	№ 333	№ 334	№ 335	№ 336	№ 337	№ 338	№ 339	№ 340	№ 341	№ 342	№ 343	№ 344	№ 345	№ 346	№ 347	№ 348	№ 349	№ 350	№ 351	№ 352	№ 353	№ 354	№ 355	№ 356	№ 357	№ 358	№ 359	№ 360	№ 361	№ 362	№ 363	№ 364	№ 365	№ 366	№ 367	№ 368	№ 369	№ 370	№ 371	№ 372	№ 373	№ 374	№ 375	№ 376	№ 377	№ 378	№ 379	№ 380	№ 381	№
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	---

