

Районное нефтепроводное управление «Белогорск»  
ООО «ТРАНСНЕФТЬ – ДАЛЬНИЙ ВОСТОК»

СОГЛАСОВАНО

И.о. главного метролога

РНУ «Белогорск»

\_\_\_\_\_ А.И. Мальков

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015г.

УТВЕРЖДАЮ

Главный инженер

РНУ «Белогорск»

\_\_\_\_\_ Д.В. Ахмеров

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015г.

МЕТОДИКА АТТЕСТАЦИИ

СТАНКА БАЛАНСИРОВОЧНОГО  
ВМ 8000

СТП СМК 702 – 12

Белогорск 2015

## 1. Общие положения.

1.1 Настоящая методика определения точностных характеристик (калибровки) станков балансировочных серии ВМ (далее методика) предназначена для определения действительных значений минимального достижимого остаточного удельного дисбаланса, а также основной относительной погрешности измерений массы контрольного груза. Методика базируется на заявленном значении минимально достижимого остаточного удельного дисбаланса и применяется в процессе проведения заводских приемо-сдаточных и периодических испытаний в соответствии с техническими условиями ТУ 3818-020-54981193-04, а также первичной и периодической аттестации на предприятии-пользователе балансировочных станков в соответствии с положениями ГОСТ Р 8.568-97. \*

1.2 Периодичность калибровки определяется пользователем на основе нормативных документов предприятия, его производственных и технологических возможностей и опыта работы на данном оборудовании.

\* Перечень используемых нормативных документов приведен в разделе 8 «Нормативные ссылки».

## 2. Термины и определения.

2.1 Термины и определения, используемые в настоящем документе, приведены в таблице 1 и составлены с учетом положений документа Р РСК 002-2006, а также ГОСТ 19534-74 и ГОСТ 20076-2007.

Таблица 1

| № п/п | Термин                        | Определение                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Аттестация                    | Периодические мероприятия в рамках ГОСТ Р 8.568-97, включающие в себя:<br>- оценку исправности основных узлов и измерительной системы балансировочного станка;<br>- испытания балансировочного станка по программе определения его точностных характеристик. |
| 2     | Калибровка                    | Совокупность операций, выполняемых с целью определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений                                                                                                                               |
| 3     | Методика калибровки           | Документ, регламентирующий процедуру проведения калибровки                                                                                                                                                                                                   |
| 4     | Сертификат о калибровке       | Документ, удостоверяющий факт и результаты калибровки средств измерений, который выдается организацией, осуществляющей калибровку                                                                                                                            |
| 5     | Ротор                         | Тело, которое при вращении удерживается своими несущими поверхностями в опорах                                                                                                                                                                               |
| 6     | Контрольный (эталонный) ротор | Тело, которое при вращении удерживается своими несущими поверхностями в опорах                                                                                                                                                                               |
| 7     | Контрольный груз              | Груз, предназначенный для разбалансировки контрольного ротора при контрольных испытаниях точностных характеристик балансировочного станка                                                                                                                    |
| 8     | Опоры балансировочного станка | Левая: Опорная стойка балансировочного станка, которая расположена по левую руку оператора (со стороны рабочего места оператора)<br>Правая: Опорная стойка балансировочного станка, которая рас-                                                             |

|    |                                            |                                                                                                                                      |
|----|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                            | положена по правую руку оператора (со стороны рабочего места оператора)                                                              |
| 9  | Контрольная плоскость                      | Плоскость, перпендикулярная оси ротора, в которой размещают контрольные грузы                                                        |
| 10 | Остаточный дисбаланс                       | Дисбаланс в рассматриваемой плоскости, перпендикулярной оси ротора, который остается в ней после корректировки его масс              |
| 11 | Удельный дисбаланс                         | Отношение модуля главного вектора дисбалансов к массе ротора                                                                         |
| 12 | Минимально достижимый остаточный дисбаланс | Наименьшее значение остаточного дисбаланса, которое может быть достигнуто в результате балансировки на данном балансировочном станке |
| 13 | Коэффициент уменьшения дисбаланса          | Величина, представляющая собой отношение уменьшения дисбаланса за одну корректировку масс к значению начального дисбаланса           |

### 3. Технические требования.

#### 3.1 Контрольные роторы

3.1.1 Для проведения испытаний следует использовать контрольный ротор типа В, параметры которого приведены в ГОСТ 20076-2007, а также в технических условиях ТУ 3818-048-54981193-12. Соотношение параметров контрольных роторов и контрольных грузов приведено в табл.2.

3.1.2 Контрольный ротор должен отвечать следующим требованиям по отклонениям и формам шеек ротора:

- отклонения от круглости (овальность, огранка) не должны превышать 0,002 мм;
- отклонения профиля (бочкообразность, цилиндричность и конусность) не должны превышать 0,002 мм;
- шероховатость поверхности шеек должна быть не более  $Ra = 0,8$  мкм, при этом продольные риски на опорных поверхностях недопустимы.

3.1.3 Перед проведением испытаний следует проверить собственный дисбаланс, вносимый контрольным ротором, и при необходимости осуществить корректировку масс ротора посредством стандартной процедуры балансировки.

3.1.4 Для установки контрольных грузов в соответствии с ГОСТ 20076 – 2007 рекомендуется в каждое отверстие ввернуть резьбовую шпильку, выступающую на одинаковую высоту над поверхностью ротора, а на эту шпильку навинчивать контрольный груз цилиндрической формы.

3.1.5 Настоящая методика допускает при проведении испытаний использование роторов из числа имеющихся в распоряжении пользователя с ниже приведенными характеристиками.

3.1.5.1 Требования к параметрам шеек ротора – по п.3.1.2.

3.1.5.2 Опоры, расположенные по обе стороны «бочки» ротора, желательно установить на одинаковом расстоянии от центра тяжести ротора.

3.1.5.3 Ротор должен содержать конструктивные элементы, позволяющие легко и надежно размещать контрольные грузы.

Примечание - например, это могут быть роторы электродвигателей, имеющие на торцах специальные кольцевые пазы типа «ласточкин хвост» для размещения балансировочных грузов.

3.1.5.4 Плоскости размещения контрольных грузов должны располагаться как можно ближе к опорным поверхностям ротора, а расстояние между плоскостями должно быть не менее значения максимального радиуса установки контрольного груза в плоскости.

3.1.5.5 Масса ротора, используемого в качестве контрольного, не должна составлять более 33 % максимальной массы ротора для данной модели станка.

3.1.5.6 Наличие качественных торцевых поверхностей с минимальными значениями торцевых биений и шероховатости для установки торцевых упоров балансировочного станка.

3.1.5.7 Наличие цилиндрической поверхности в средней части ротора, необходимой для размещения приводного ремня (если у станка предусмотрен ременный привод).

3.1.5.8 Отсутствие подвижных частей на роторе.

Примечание 1. Непосредственно перед испытаниями необходимо убедиться в отсутствии масляных капель и влаги во внутренних полостях ротора.

Примечание 2. Для получения возможно более точных результатов целесообразно производить балансировку ротора в собственных подшипниках, так как, например, качество обработки беговых дорожек подшипников качения обычно гораздо лучше, чем шеек роторов, соприкасающихся с открытыми роликами стандартных балансировочных станков.

Таблица № 2

| № п/п | Модель контрольного ротора | Масса ротора, кг | Радиус установки контрольного груза, мм | Минимальный достижимый остаточный удельный дисбаланс (для каждой контрольной плоскости), г | Масса условного груза, соответствующего минимальному достижимому остаточному удельному дисбалансу, г | Масса контрольного груза, г |
|-------|----------------------------|------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1     | РК 005                     | 5                | 40                                      | 0,05                                                                                       | 0,006                                                                                                | 0,06                        |
| 2     | РК 016                     | 16               | 60                                      | 0,05                                                                                       | 0,012                                                                                                | 0,13                        |
| 3     | РК 050                     | 50               | 90                                      | 0,05                                                                                       | 0,028                                                                                                | 0,28                        |
| 4     | РК 160                     | 160              | 125                                     | 0,05                                                                                       | 0,064                                                                                                | 0,64                        |
| 5     | РК 500                     | 500              | 190                                     | 0,05                                                                                       | 0,132                                                                                                | 1,32                        |

### 3.2 Контрольные грузы

3.2.1 Масса контрольного груза  $m_k$  должна быть такой, чтобы создаваемый им удельный дисбаланс был не более 10  $e_{\text{тар}}$ , где  $e_{\text{тар}}$  – паспортное значение минимально достижимого остаточного удельного дисбаланса в г·мм/кг.

3.2.2 Допускается контрольный груз малой массы изготавливать в виде двух грузов, отличающихся по массе на величину, равную массе контрольного груза и устанавливаемых на контрольную плоскость ротора в диаметрально противоположных местах.

3.2.3 Точность определения фактической массы контрольного груза должна быть не ниже одного процента ( $\pm 0,01$ )  $m_k$ .

3.2.4 Конструкция контрольных грузов должна соответствовать требованиям п 3.1.3.

3.2.5 Для размещения контрольных грузов при использовании роторов из числа имеющихся в распоряжении пользователя, необходимо произвести угловую разметку контрольных плоскостей и нумерацию мест их установки.

Примечание: Настоящая методика подразумевает разметку контрольных плоскостей на двенадцать частей с угловым расстоянием между местами установки в 30 градусов. При проведении проверки пользователь балансировочного станка может самостоятельно задавать количество (4 или 6) точек установки контрольных грузов исходя, например, из требований собственных технических регламентов.

### 3.3 Нормируемые метрологические характеристики

3.3.1 Действительные значения минимального достижимого остаточного удельного дисбаланса для каждой контрольной плоскости, установленные в процессе калибровки, не долж-

ны превышать заявленных значений для заданных условий выполнения калибровки и приведенных в паспорте на станок.

3.3.2 Действительные значения основной относительной погрешности измерений массы контрольного груза должно быть не более  $\pm 12\%$ .

3.3.3 Значение коэффициент уменьшения дисбаланса URR должно составлять не менее:

- 95 % - при выпуске станка из производства;
- 75 % - при выполнении калибровки в условиях пользователя.

3.4 Требования к средствам калибровки

3.4.1 В перечень основных и вспомогательных средств калибровки входят:

- ротор контрольный (п.3.1 настоящей методики);
- грузы контрольные (п.3.2);
- весы (погрешность измерений –  $\pm 1\%$ )

3.5 Требования к условиям проведения калибровки.

3.5.1 Нормальные условия проведения калибровки

- температура окружающего воздуха, град. С – от 15 до 25;
- относительная влажность воздуха, % – от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа – от 84 до 106,7

3.6 Требования к квалификации калибровщиков

3.6.1 Основные квалификационные требования к калибровщикам:

обучение в ФГУП «ВНИИМС» (г. Москва) по курсу «Поверка и калибровка средств измерений параметров вибрации и удара»;

- нацеленность на выявление брака на всех этапах жизненного цикла балансировочных станков и средств измерений (СИ);

- умение эксплуатировать современные средства калибровки и поверки;

- знание нормативных документов в области балансировки и измерений параметров вибрации;

- знание номенклатуры выпускаемых балансировочных станков, СИ и метрологических характеристик, подлежащих калибровке;

- знание типовых методик калибровки, поверки, а также методик, разработанных на предприятии;

- периодическая аттестация комиссией ООО «ДИАМЕХ 2000» с выдачей удостоверения на право проведения калибровочных работ по форме приложения Ж Руководства по качеству выполнения калибровочных работ. Аттестационную комиссию ООО «ДИАМЕХ 2000» возглавляет главный инженер предприятия, состав комиссии назначает генеральный директор приказом по предприятию.

3.7 Требования по обеспечению безопасности

3.7.1 При планировании месторасположения станка необходимо предусмотреть гарантированное исключение попадания людей и оборудования в зону возможного вылета элементов балансируемого ротора. Данное требование можно реализовать либо за счет установки станка в отдельном непроходном помещении с контролем входа-выхода, либо за счет устройства специального ограждения рабочей зоны станка (например, с помощью экранов).

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

3.7.2 Станки должны иметь защиту от случайного доступа в рабочую зону во время вращения ротора в процессе балансировки, для чего должны быть предусмотрены:

- защитные ограждения;
- системы блокировки (световой барьер, цветные тросики и защитные коврики).

3.7.3 На корпусе преобразователя числа оборотов КР020л, имеющего лазерный излучатель, а также корпусе указателя лазерного УЛ-010 должна быть нанесена надпись: «Не смотреть в пучок».

3.7.4 Мероприятия по предохранению от лазерного излучения:

- жесткая фиксация или ограничение угла поворота устройств с лазерным излучателем;
- установка защитного кожуха и блокировка включения лазера при его открывании;
- не пересекать луч лазера;
- не вносить в зону луча зеркально-отражающие предметы;
- не направлять луч на окна и двери жилых и производственных помещений, людей, транспорт;
- категорически запрещается смотреть навстречу первичному или зеркально-отраженному лучу;
- не рекомендуется наводить пучок лазерного излучения на открытые участки тела;
- рекомендуется использование специальных защитных стекол, очков и др.

### 3.8 Сведения о программном обеспечении измерительной системы

3.8.1 Программное обеспечение измерительной системы балансировочного станка служит для обработки и визуализации информации, поступающей по измерительным каналам.

3.8.2 Краткие сведения о программном обеспечении измерительной системы станка по состоянию на 01.05.2013 г. приведены в табл. 3.

Таблица 3.

| Наименование программного обеспечения | Идентификационное наименование программного обеспечения | Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения | Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода) | Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| «САПФИР-2»                            | PBP-SPP2L2                                              | v2.51                                                           | 0x4abc789d                                                                            | CRC-32                                                                |

Защита программы от преднамеренного воздействия обеспечивается тем, что пользователь не имеет возможности изменять содержимое исполняемого модуля программы, обеспечивающего управление работой анализатора и процессом измерений.

Защита программы от непреднамеренных воздействий обеспечивается функциями резервного копирования.

Защита программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует по МИ 3286-2010 уровню «С».

## 4 Подготовка к процедуре калибровки

4.1 Последовательность операций приведена в таблице 4.

Таблица 4

| № п/п | Содержание операции                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1     | Заявляют для каждой контрольной плоскости требуемое значение минимального достижимого остаточного удельного дисбаланса $e_{mar}$ , приведенное в паспорте балансировочного станка.                                                                                                                                            |
| 2     | <p>Рассчитывают значение массы контрольного груза, исходя из условия, что при установке данного груза в контрольную плоскость ротор разбалансируется до десятикратного паспортного значения минимально достижимого остаточного удельного дисбаланса:</p> $m_k = 10 \times m_0 \times e_{mar} / r$ <p>где <math>m_k</math></p> |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | $m_0$<br>$e_{mar.}$ – паспортное значение минимально достижимого<br>удельного остаточного дисбаланса, г·мм/кг (мкм);<br>$r$ – радиус установки контрольного груза, мм                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 3 | Осуществляют подготовку контрольных грузов, определяют их фактические массы с погрешностью измерений не более 1 %, а полученные значения за-<br>носят в таблицу 6.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 4 | Осуществляют подготовку механических узлов балансировочного станка,<br>для чего:<br>а) для балансировочного станка с ременным приводом:<br>- регулируют горизонтальное положение опорных стоек;<br>- выставляют привод;<br>- выставляют по высоте роликовые блоки;<br>- выбирают типоразмер приводного ремня<br><u>б) для балансировочного станка с карданным приводом</u><br>- регулируют горизонтальное положение опорных стоек;<br>- выставляют по высоте роликовые блоки;<br>- регулируют длину кардана<br>Примечание - при наличии у балансировочного станка комбинированно-<br>го (ремень + кардан) привода испытания следует производить, используя ре-<br>менный привод, как дающий наибольшую точность.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 5 | Устанавливают на опорные ролики контрольный ротор:<br>а) для балансировочного станка с ременным приводом<br>- укладывают ротор на опорные ролики, пользуясь укладчиками (если имеются);<br>накидывают ремень на ротор, разводят ремень по роликам и натягивают его, стараясь<br>обеспечить параллельность его ветвей;<br>- устанавливают осевые упоры;<br>проверяют легкость движения всех рабочих элементов станка (ротор на опорных роликах,<br>качалки, вертушки, привод);<br>- наклеивают светоотражательную метку, выставьте фотоотметчик;<br>- проводят пуск балансировочного станка и устанавливают частоту вращения ротора;<br>б) для балансировочного станка с карданным приводом<br>- укладывают ротор на опорные ролики;<br>- присоединяют кардан к ротору;<br>проверяют легкость движения всех рабочих элементов станка (ротор на опорных роликах,<br>качалки, вертушки, привод);<br>- проверяют биение планшайбы;<br>- наклеивают светоотражательную метку, выставьте фотоотметчик<br>(если применяются) |
| 6 | Загружают программу измерительного устройства балансировочного станка и вводят уста-<br>новки:<br>- контрольного ротора;<br>- технологические параметры балансировки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 7 | Выбирают частоту вращения ротора при балансировке (от 300 до 1500 об/мин), для чего<br>необходимо:<br>разбалансировать ротор, разместив по одному грузу величиной примерно 1000 $U_{mar}$ в<br>каждой плоскости (желательно не контрольной, установленному на угол в диапазоне<br>90°...270°, это позволит исключить появление на АФЧХ скачков фазы вибрации при перехо-<br>де отметки 360°...0°);<br>снять АФЧХ вибрации;<br>выбрать частоту вращения ротора в диапазонах со стабильными значениями амплитуды и<br>фазы вибрации; следует избегать выбора частоты вращения вблизи резонансов опорной<br>системы станка;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | демонтировать грузы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 8  | Осуществляют выравнивание оси ротора: запускают станок и регулируют высотное положение роликов, добиваясь того, чтобы ротор по возможности создавал минимальное усилие на осевые упоры; с целью выравнивания оси ротора переводят станок на 0,5 часа в режим «прогрева ротора», для чего задают скорость вращения порядка 50 об/мин. |
| 9  | Выполняют настройку станка с данным контрольным ротором для торцевых плоскостей, для чего производят определение коэффициенты влияния ротора, после чего балансируют ротор до величины паспортных значений остаточного удельного дисбаланса                                                                                          |
| 10 | Выполняют настройку станка с данным контрольным ротором для контрольных плоскостей, для чего производят определение коэффициенты влияния ротора для последующего тестирования методом обхода контрольным грузом.                                                                                                                     |

## 5 Процедура проведения измерений

5.1 Последовательность операций, осуществляемых при проведении измерений, приведена в табл. 5.

Таблица 5

| № п/п | Содержание операции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1     | <p>Определяют действительные значения минимального достижимого остаточного удельного дисбаланса (п.3.3.1), для чего:</p> <p>1.1 Осуществляют разбалансировку контрольного ротора наклепками пластилина в контрольных плоскостях до значения дисбаланса, превышающего не менее чем в 20 раз заявленное значение <math>e_{tar}</math>, избегая попадания пластилина в отверстия для установки контрольных грузов;</p> <p>1.2 Осуществляют не более четырех циклов балансировки контрольного ротора до достижения минимально возможных значений остаточного удельного дисбаланса, которые для каждой контрольной плоскости не должны превышать значений, заявленных в паспорте для данных условий применения станка (п.1 табл.3). Полученные в процессе балансировки реальные значения остаточного удельного дисбаланса для каждой контрольной плоскости заносят в табл. 6.</p> |
| 2     | <p>Определяют значения заданной массы контрольного груза, для чего производят серию пусков контрольного ротора с последовательной установкой контрольных грузов в одной, либо одновременно в двух контрольных плоскостях. Выбор количества используемых контрольных плоскостей, а также углового шага (рекомендации п.3.2.5) определяется по согласованию с пользователем станка. Измеренные значения для каждой контрольной плоскости, заносят в табл. 7.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 3     | <p>Определяют коэффициент уменьшения дисбаланса URR, для чего после выполнения операции по п. 1.2 осуществляют разбалансировку контрольного ротора путем установки контрольного груза в одной из контрольных плоскостей до значения, превышающего не менее чем в 50 раз заявленное значение <math>e_{tar}</math>. Измеряют значение начального дисбаланса – <math>U_1</math>. Считывают расчетные параметры корректирующего груза (масса, угол установки), необходимого для устранения дисбаланса, вызванного установкой контрольного груза. Устанавливают корректирующий груз и производят измерение остаточного дисбаланса <math>U_2</math> в той же плоскости коррекции. Измеренные значения для каждой контрольной плоскости, заносят в табл. 7.</p>                                                                                                                     |



Таблица 6

|                                                                                                                                              |          |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--|
| Балансировочный станок                                                                                                                       | ВМ _____ |  |
| Заводской номер                                                                                                                              | № _____  |  |
| Контрольный ротор                                                                                                                            | РК _____ |  |
| Заводской номер                                                                                                                              | № _____  |  |
| Масса контрольного ротора ( $m_0$ ), кг                                                                                                      |          |  |
| Радиус установки контрольного груза $r$ , мм                                                                                                 |          |  |
| Частота вращения ротора, мин. <sup>-1</sup>                                                                                                  |          |  |
| Заявленное значение минимального достижимого остаточного удельного дисбаланса на одну контрольную плоскость $e_{mar.}$ , г·мм/кг (мкм)       |          |  |
| Расчётная масса контрольного груза (табл.3, п.2) $m_k$ , г                                                                                   |          |  |
| Фактическая масса контрольного груза для первой (левой) контрольной плоскости $m_{k1}$ , г *                                                 |          |  |
| Фактическая масса контрольного груза для второй (правой) контрольной плоскости $m_{k2}$ , г *                                                |          |  |
| Расчетное значение удельного дисбаланса контрольного груза для первой плоскости:<br>$e_{1p} = m_{k1} \times r / m_0, \text{ г·мм/кг (мкм)}$  |          |  |
| Расчетное значение удельного дисбаланса контрольного груза для второй плоскости:<br>$e_{2p} = m_{k2} \times r / m_0, \text{ г·мм/кг (мкм)}$  |          |  |
| Измеренное значение остаточного удельного дисбаланса $e_{mar \text{ изм.1}}$ для первой контрольной плоскости (после выполнения п.1, табл.4) |          |  |
| Измеренное значение остаточного удельного дисбаланса $e_{mar \text{ изм.2}}$ для первой контрольной плоскости (после выполнения п.1, табл.4) |          |  |

\*Измерения массы контрольных грузов производились с использованием весов модели \_\_\_\_\_ (свидетельство о поверке № \_\_\_\_\_ )

Таблица 7

| № пуска                                                                                                          | Угловые положения контрольных грузов $\varphi$ , град | Измеренное значение массы контрольного груза, мг |                           | Основная относительная погрешность измерений массы контрольного груза, % |                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|                                                                                                                  |                                                       | Плоскость 1<br>$m_{k1 i}$                        | Плоскость 2<br>$m_{k2 i}$ | Плоскость 1<br>$\delta_{m 1 i}$                                          | Плоскость 2<br>$\delta_{m 2 i}$ |
| 1                                                                                                                | 0                                                     |                                                  |                           |                                                                          |                                 |
| 2                                                                                                                | 30                                                    |                                                  |                           |                                                                          |                                 |
| 3                                                                                                                | 60                                                    |                                                  |                           |                                                                          |                                 |
| 4                                                                                                                | 90                                                    |                                                  |                           |                                                                          |                                 |
| 5                                                                                                                | 120                                                   |                                                  |                           |                                                                          |                                 |
| 6                                                                                                                | 150                                                   |                                                  |                           |                                                                          |                                 |
| 7                                                                                                                | 180                                                   |                                                  |                           |                                                                          |                                 |
| 8                                                                                                                | 210                                                   |                                                  |                           |                                                                          |                                 |
| 9                                                                                                                | 240                                                   |                                                  |                           |                                                                          |                                 |
| 10                                                                                                               | 270                                                   |                                                  |                           |                                                                          |                                 |
| 11                                                                                                               | 300                                                   |                                                  |                           |                                                                          |                                 |
| 12                                                                                                               | 330                                                   |                                                  |                           |                                                                          |                                 |
| Среднее значение измеренной массы контрольного груза<br>$m_{cp 1(2)} = (\sum m_{ki}) / 12$ , (мг)                |                                                       |                                                  |                           |                                                                          |                                 |
| Минимальное измеренное значение массы контрольного груза $m_{min}$                                               |                                                       |                                                  |                           |                                                                          |                                 |
| Максимальное измеренное значение массы контрольного груза $m_{max}$                                              |                                                       |                                                  |                           |                                                                          |                                 |
| Минимальное значение основной относительной погрешности измерений массы контрольного груза $\delta_{m min}$ , %  |                                                       |                                                  |                           |                                                                          |                                 |
| Максимальное значение основной относительной погрешности измерений массы контрольного груза $\delta_{m max}$ , % |                                                       |                                                  |                           |                                                                          |                                 |
| U1, г-мм/кг (мкм)                                                                                                |                                                       |                                                  |                           |                                                                          |                                 |
| U2, г-мм/кг (мкм)                                                                                                |                                                       |                                                  |                           |                                                                          |                                 |
| Коэффициент уменьшения дисбаланса URR, %                                                                         |                                                       |                                                  |                           |                                                                          |                                 |

## 6 Обработка результатов измерений

6.1 Фиксируют значения остаточного удельного дисбаланса (табл.6), измеренные для каждой контрольной плоскости по окончании балансировки контрольного ротора за четыре цикла.

6.1.1 Руководствуясь критерием 3.3.1, осуществляют сравнение измеренных значений остаточного удельного дисбаланса для каждой контрольной плоскости с заявленным значением, приведенным в паспорте на станок.

6.2 Используя данные табл. 7 производят для каждой контрольной плоскости вычисление основной относительной погрешности измерений массы контрольного груза по формуле:

$$\delta_{m \max(\min)} = \frac{m_{\max(\min)} - m_{cp1(2)}}{m_{cp1(2)}} \cdot 100(\%)$$

6.2.1 Руководствуясь критерием 3.3.2, осуществляют сравнение вычисленных по п.6.2 действительных значений основной относительной погрешности, полученных с помощью измерительной системы станка, с нормированным значением  $\pm 12 \%$ .

6.3 Используя результаты измерений дисбалансов  $U_1$ ,  $U_2$ , приведенные в табл.7, рассчитывают коэффициент уменьшения дисбаланса URR по формуле:

$$URR = \frac{U_1 - U_2}{U_1} \cdot 100(\%)$$

6.3.1 Руководствуясь критерием 3.3.3 осуществляют сравнение значения, вычисленного по п. 6.3 с нормированным значением 95 (75) %

## 7. Оформление результатов измерений

7.1 Выводы:

7.1.1 Измеренное значение (табл. 6) остаточного удельного дисбаланса  $e_{\max}$  изм.1(2) не превышает (превышает) заявленное значение (п.1. табл.4).

7.1.2 Основная относительная погрешность измерений массы контрольного груза  $\delta m_1(2)$  не превышает нормированное значение  $\pm 12 \%$ . Допускается превышение нормированного значения не более чем в одной точке.

7.1.3 Коэффициент уменьшения дисбаланса URR составляет не менее (превышает):

- 95 % - при выполнении калибровки в процессе выпуска станка из производства;
- 75 % - при выполнении калибровки в условиях пользователя.

7.1.4 Станок балансировочный модели ВМ \_\_\_\_\_ с контрольным ротором \_\_\_\_\_ откалиброван (Сертификат о калибровке № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_).

7.2 Требования к представлению информации

7.2.1 В протокол калибровки балансировочного станка в соответствии с разделом 7.1 настоящей методики калибровки включают полученные действительные значения минимального достижимого остаточного удельного дисбаланса, погрешности измерений массы контрольного груза, а также значение коэффициента дисбаланса. В качестве приложения к протоколу может быть представлена распечатка результатов измерений, записанных в память измерительной системы станка.

7.2.2 Калибровочное клеймо наносится на сертификат о калибровке, а также в паспорте на балансировочный станок. Протокол испытаний оформляет и подписывает калибровщик,

осуществлявший подготовку и проведение измерений, а также лицо, утверждающее сертификат.

## 8 Нормативные ссылки

8.1 В настоящей методике калибровки использованы ссылки на следующие нормативные документы (Табл. 8):

Таблица 8

| №<br>п/п | Обозначение                        | Наименование                                                                               |
|----------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | ТУ 3818-020-54981193-04            | Станки балансировочные серии ВМ. Технические условия                                       |
| 2        | ТУ 3818-048-54981193-12            | Контрольные роторы.<br>Технические условия                                                 |
| 3        | ГОСТ 20076-2007<br>(ИСО 2953:1999) | Вибрация<br>Станки балансировочные<br>Характеристики и методы их проверки.                 |
| 4        | Р РСК 002-2006                     | Основные требования к методикам калибровки,<br>применяемым в Российской системе калибровки |
| 5        | ГОСТ Р 8.568-97                    | Аттестация испытательного оборудования. Основные положения                                 |