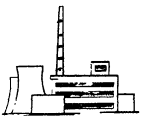
**РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ
«ЕЭС РОССИИ»**

Департамент научно-технической политики и развития

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО БАЛАНСИРОВКЕ МНОГООПОРНЫХ ВАЛОПРОВОДОВ ТУРБОАГРЕГАТОВ НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ



СО 34.30.604–00
(РД 153-34.1-30.604–00)

**ОАО «ВТИ»
Москва 2004**

gost.e-ecolog.ru

РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ
«ЕЭС РОССИИ»

Департамент научно-технической политики и развития

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО БАЛАНСИРОВКЕ МНОГООПОРНЫХ ВАЛОПРОВОДОВ ТУРБОАГРЕГАТОВ НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

СО 34.30.604–00
(РД 153-34.1-30.604–00)

ОАО «ВТИ»
Москва 2004

Разработано Открытым акционерным обществом «Всероссийский теплотехнический научно-исследовательский институт» (ОАО «ВТИ»); Открытым акционерным обществом «Мосэнерго» (ОАО «Мосэнерго»); Обществом с ограниченной ответственностью фирмой «ДИАМЕХ» (ООО «Фирма "ДИАМЕХ"»); Филиалом ремонтного предприятия «Мосэнергоспецремонт» (ФРП «МЭСР»)

Исполнители *А.В. САЛИМОН, Н.В. ГРИЗОДУБ, Г.П. ПОЛИЩУК* (ОАО «ВТИ»), *А.С. ГОЛЬДИН* (ОАО «Мосэнерго»), *Е.С. ТРУНИН* (ООО «Фирма «"ДИАМЕХ"»), *Р.М. СОРОКИН* (ФРП «МЭСР»)

Утверждено Департаментом научно-технической политики и развития ОАО «РАО "ЕЭС России"» 29 сентября 2000 г.

Первый заместитель начальника — *Л.М. Еремин*

Периодичность проверки –один раз в 10 лет.

Ключевые слова: энергетика, турбоагрегат, вибрация, балансировка, валопровод, подшипник, плоскость коррекции, корректирующая масса.

© ОАО «ВТИ», 2004

УДК 621.165:534.1+621.438:534

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО БАЛАНСИРОВКЕ МНОГООПОРНЫХ ВАЛОПРОВОДОВ ТУРБОАГРЕГАТОВ НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

СО 34.30.604–00
(РД 153-34.1-30.604–00)

Взамен
РД 34.30.604–87

Настоящий стандарт организации распространяется на все типы энергетических паро- и газотурбинных установок тепловых и атомных электростанций, содержащих системы связанных роторов, и устанавливает методы измерений параметров вибрации и многоплоскостной балансировки многоопорных валопроводов. Многоплоскостная балансировка выполняется с целью компенсации динамического влияния дисбаланса валопроводов крупных паротурбинных агрегатов тепловых и атомных электростанций на вибрацию их опор при частоте вращения от 10 до 55 (65) Гц.

Методические указания разработаны на основе и в развитие ГОСТ 25364, ГОСТ 27165, ГОСТ ИСО 11342 и ГОСТ ИСО 2371.

Издание официальное
Настоящий стандарт организации не может быть полностью и частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения ОАО «РАО "ЕЭС России"» или ОАО «ВТИ»

1 АППАРАТУРА ДЛЯ БАЛАНСИРОВКИ

Балансировочная аппаратура должна обеспечивать проведение исследований с целью определения вибрационного состояния турбоагрегата, выявление дисбаланса его валопровода и получение экспериментальных данных для расчетного определения значений и местоположения масс, оптимально компенсирующих дисбаланс в выбранных плоскостях коррекции.

1.1 Аппаратура для балансировки в соответствии с ГОСТ ИСО 2371 предназначена для измерения размаха и фазы колебаний с частотой вращения по параметрам виброперемещения, среднеквадратической виброскорости и виброускорения опор подшипников балансируемого турбоагрегата. Кроме того, она должна обеспечивать измерение среднеквадратического значения компонентов виброскорости опор подшипников в соответствии с ГОСТ 25364, а также частоту вращения балансируемого валопровода.

1.2 Аппаратура для балансировки должна соответствовать техническим требованиям, изложенным в ГОСТ ИСО 2371. Современная полноценная аппаратура для балансировки должна обладать внутренней памятью, принтерами с графическими возможностями, программными средствами обработки и преобразования информации.

1.3 Аппаратура для балансировки может являться автономной системой или приставкой, использующей вибродатчики и усилительные блоки штатной стационарной аппаратуры для эксплуатационного контроля вибрации паротурбинных агрегатов, удовлетворяющих техническим требованиям, изложенным в ГОСТ ИСО 2371.

1.4 Допускается применение аппаратуры для балансировки, не прошедшей аттестацию в Госстандарте и не зарегистрированной в реестре средств измерений, поскольку эта аппаратура является специальной и не попадает в список приборов, подлежащих обязательной регистрации.

2 ВИБРАЦИОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

При отклонении вибрации турбоагрегата от нормы (т.е. превышении ее) должны быть выполнены специальные испытания по выявлению ее причин и зависимости от различных факторов.

В тех случаях, когда установлено, что вибрация является результатом дисбаланса валопровода, балансировка по возможности должна проводиться после устранения всех других причин, влияние которых выявлено в процессе вибрационных испытаний. Если устранение этих причин невозможно либо связано с чрезмерными затратами, то при условии, что они не представляют непосредственной опасности для агрегата, а балансировка в состоянии компенсировать их воздействие на вибрацию, допускается выполнение балансировки и без устранения упомянутых причин.

Для обеспечения эффективности балансировки валопровода турбоагрегата следует провести вибрационные измерения, выявить характер распределения дисбаланса и принять оптимальный вариант балансировки.

2.1 Требования к измерениям вибрации и режимам работы

2.1.1 При измерении вибрации необходимо строго соблюдать следующие требования.

На рабочей частоте вращения для опор и других статорных элементов следует измерять среднеквадратическую виброскорость, размах и фазу виброперемещения с частотой вращения, для вала – максимальное значение размаха виброперемещения в направлении измерения, размах и фазу виброперемещения с частотой вращения. На промежуточных частотах допустимо ограничиться измерением размаха и фазы виброперемещения с частотой вращения.

Вследствие нелинейности опорной системы наличие высокочастотных и в особенности низкочастотных составляющих в спектре вибрации искажает составляющую вибрации с частотой вращения, при этом наличие низкочастотной вибрации (НЧВ) создает недопустимые искажения. Поэтому при измерениях следует убедиться, что низкочастотные составляющие вибрации не превышают на рабочей частоте вращения допустимых значений (до 5 мкм). В противном случае необходимо принять меры, рекомендуемые, например, РТМ 108.021.05 или вытекающие из опыта наладки конкретного агрегата. Измерения на промежуточных частотах, сопровождающиеся низкочастотной вибрацией повышенного уровня, в дальнейшем следует по возможности из рассмотрения исключить.

В балансировочных расчетах следует использовать только параметры вибрации с частотой вращения.

Примечание – Для краткости изложения везде ниже для обозначения вибрации с частотой вращения (размаха виброперемещения и фазы) используется термин "вибрация".

Измерения вибрации турбоагрегатов при балансировке следует проводить при равных или близких значениях эксплуатационных параметров, от которых зависит вибрационное состояние (так называемые идентичные режимы). При невозможности по эксплуатационным условиям точно соблюдать режимы, при которых измеряется вибрация, нужно принять во внимание, что, как правило, менее зависимыми от режимных факторов являются вертикальные компоненты вибрации опор. В процессе измерений необходимо помнить, что на вибрационное состояние турбоагрегата могут оказывать существенное влияние частота вращения, активная и реактивная нагрузки, ток ротора генератора и параметры его охлаждения, температура статора генератора, параметры свежего пара, пара в отборах и подаваемого на концевые уплотнения, температура смазочного масла и баббитовой заливки опорных вкладышей, тепловое состояние фундамента, температура и вакуум в конденсаторе, температура масла в подшипниках, расцентровка опор, продольные и поперечные перемещения стульев и лап цилиндров, вертикальные перемещения цилиндров, задевания роторов о статорные элементы и др. При заметных изменениях вибрации с частотой вращения в процессе изменений режимов предпочтительнее проводить измерения при наиболее используемом режиме эксплуатации.

2.1.2 Частоту вращения валопровода при измерениях следует поддерживать с точностью не менее ±0,2 Гц. Под нагрузкой это достигается выбором времени суток для выполнения измерений. Изменение частоты вращения в наибольшей степени влияет на вибрацию тех элементов агрегата, резонансная частота которых близка к рабочей частоте вращения.

2.1.3 Температурный режим подшипников следует контролировать по температурам масла на выходе из маслоохладителей и вкладышей, которые необходимо поддерживать с точностью ±(1 ÷ 2) °С.

2.1.4 При балансировке на холостом ходу необходимо тщательно контролировать температуру металла цилиндров и пара, подаваемого в концевые уплотнения, и относительные удлинения роторов. Отклонение от требований эксплуатационных инструкций недопустимо, так как может вызвать задевания валопровода о статор, температурное искривление роторов, ослабление посадочных натягов по насадным деталям и, как следствие, ошибки в оценке неуравновешенности.

2.1.5 Требования к режимам активной и реактивной нагрузок при измерении вибрации обусловлены необходимостью соблюдения их идентичности. В некоторых случаях – при выявлении значительной зависимости вибрации от параметров нагрузки – следует определить ее характер путем ступенчатого изменения активной и реактивной нагрузок в диапазонах наибольшего влияния на уровень вибрации.

2.1.6 При балансировке следует контролировать равномерность тепловых перемещений подшипников и цилиндров (т.е. отсутствие задеваний и заклиниваний в соответствующих шпоночных соединениях), а также желательно и деформации поперечных ригелей.

2.1.7 В соответствии с требованиями ГОСТ 25364 параметры вибрации следует измерять на подшипниковых опорах в трех взаимноперпендикулярных направлениях: вертикальном, горизонтально-поперечном и осевом по отношению к оси валопровода турбоагрегата. Поперечные и осевые компоненты вибрации следует измерять на уровне оси валопровода, т.е. вблизи горизонтального разъема, по возможности против середины длин вкладышей подшипников, вертикальные составляющие – на верхних частях крышек подшипников над серединой длины вкладышей. Поперечные компоненты вибрации необходимо измерять с левой стороны подшипниковых опор при правом вращении (если смотреть со стороны регулятора). Если конструкция корпуса существенно затрудняет измерения вибрации с левой стороны, допускаются измерения с правой стороны. Во всех случаях в протоколах измерений должно быть указано, с какой стороны проводились измерения поперечных компонентов вибрации и в какую сторону направлен был вибродатчик при измерениях осевой вибрации.

2.1.8 Точки, в которых измеряется вибрация опор, следует тщательно промаркировать. Повторные измерения в процессе балансировки должны выполняться строго в тех же точках.

2.1.9 Достоверные результаты измерений вибрационных параметров могут быть получены только при обеспечении надежного контакта датчика вибрации и опоры агрегата путем жесткого крепления датчика или использования специальных магнитов, но только на плоских неокрашенных поверхностях; крепление датчиков в обоих случаях должно исключать появление паразитных резонансов до 1000 Гц (рисунок 1). Измерения при свободно лежащем на опоре датчике недопустимы.

2.1.10 На холостом ходу необходимо выполнить не менее двух циклов измерений на всех опорах в вертикальном, поперечном и осевом направлениях, а также измерения вибрации колец и консоли ротора генератора (если таковая имеется). Первый цикл измерений следует выполнить через 3–5 мин после выхода на рабочую частоту вращения и ее стабилизации, затем выполнить второй цикл измерений. Если сопоставление результатов измерений выявит существенные отличия, то циклы измерений необходимо продолжить до полной стабилизации вибрации. Если стабилизация вибрации не может быть достигнута, то следует попытаться выяснить и устранить причину этого явления, при этом может появиться необходимость включить агрегат в сеть и нагружать его с последующей стабилизацией при каждом балансировочном пуске под нагрузкой.

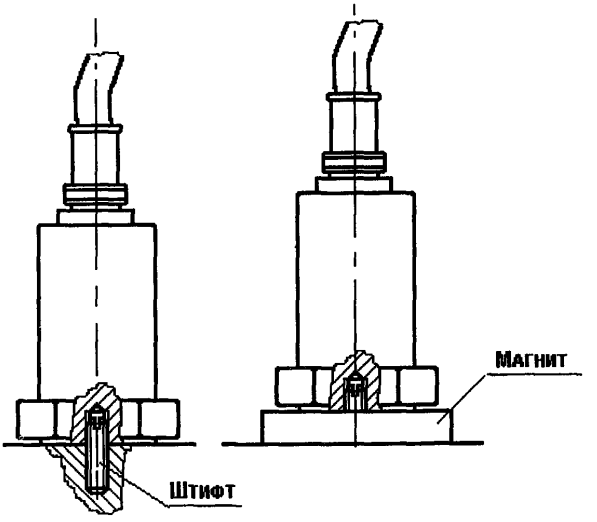


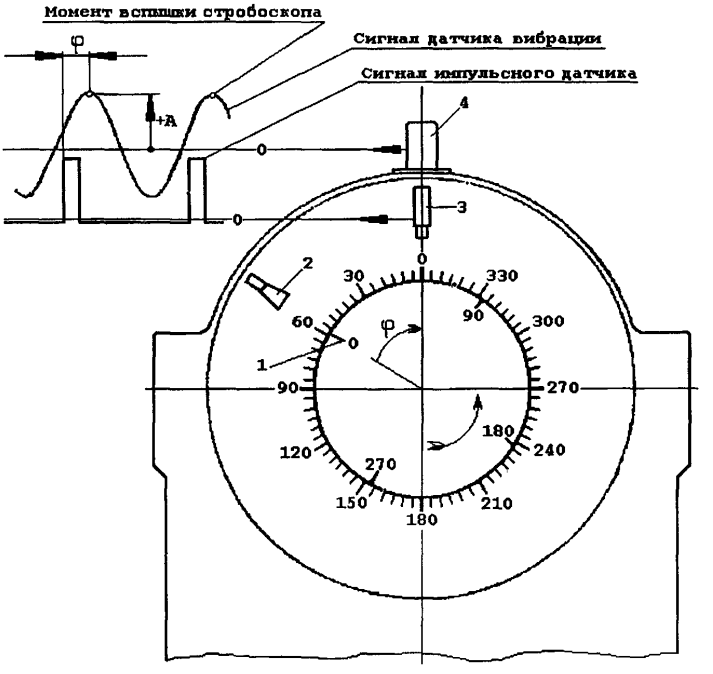
Рисунок 1 – Крепление датчика вибрации на опоре

2.1.11 В процессе разворота валопровода уровень вибрации в отдельных или нескольких точках измерения может достичь предельно допустимого значения, которое задается перед началом балансировки по согласованию с персоналом электростанции в зависимости от динамических свойств подшипников и во всех случаях не должно превышать 200 мкм. В этом случае разворот следует приостановить и выполнить измерения в возможно большем объеме, включающем, в частности, снятие контурных характеристик, диагностику задеваний, контроль тепловых расширений и др., затем агрегат остановить. Дальнейшие действия определяются результатами анализа полученных данных, наличием динамических коэффициентов влияния (ДКВ) для промежуточных частот или их отсутствием, и после устранения обнаруженных дефектов необходимо повторить пуск. Если никаких отклонений от нормального состояния агрегата не обнаружено, следует приступить к пуску с установленным на валопровод грузом (грузами), определенным расчетом по известным ДКВ либо из общих соображений.

2.2 Измерения фаз вибрации

Фаза вибрации – это угол между подвижной, связанной с вращающимся валом, и неподвижной, связанной со статором, системами координат в момент максимального положительного отклонения точки измерения в направлении измерения (рисунок 2). Ниже для краткости вместо термина "фаза вибрации" используется термин "фаза" (φ_i).

2.2.1 Измерения фазы приборами, имеющими встроенный фазометр, возможны при наличии на роторе импульсной метки или металлического выступа (впадины), которые следует выполнить в соответствии с инструкцией к прибору. Импульсную метку нужно совместить с нулевой меткой, наносимой в соответствии с п. 2.2.2 (см. рисунок 2). Им-



φ – фаза; *A* – амплитуда оборотной составляющей сигнала датчика вибрации; *1* – нулевая метка; *2* – стробоскоп *3* – импульсный датчик; *4* – датчик вибрации.

Рисунок 2 – Измерение фазы вибрации при балансировке

пульсный датчик необходимо установить строго вертикально (за исключением фотоэлектрических датчиков опорного сигнала некоторых приборов, ось которых следует устанавливать с небольшим (10–15)° отклонением от вертикали). Но в любом случае пик сигнала импульсного датчика должен строго соответствовать моменту прохождения импульсной меткой нулевого деления на статоре (вертикали). В отдельных типах импортных приборов фаза вибрации измеряется в направлении, противоположном вращению ротора. Во избежание ошибок при нерегулярном использовании таких приборов следует приводить измеренные значения фаз $\varphi_{i\text{изм}}$ к системе координат, показанной на рисунке 2, используя формулу

$$\varphi_i = 360° - \varphi_{i\text{изм}},$$

а при постоянной работе с ними изменить направление градусной разметки ротора и статора на противоположное. В качестве опорного напряжения вместо импульсного сигнала может быть использовано и гармоническое напряжение, связанное с ротором. Источниками такого напряжения могут являться (в зависимости от типа фазометра) одно- или трехфазные генераторы опорного синусоидального напряжения (ГОН), пониженное напряжение измерительных трансформаторов. При использовании импульсных датчиков или ГОН необходимо убедиться в правильности их подсоединения к измерительному прибору до включения последнего.

2.2.2 При использовании приборов со стробоскопами агрегат следует подготовить к измерению фазы, для чего выполнить специальную разметку ротора и статора (рисунок 3). На открытой и легко доступной поверхности ротора или его торце необходимо нанести две диаметрально противоположные метки – нулевую ("минус") (она должна совпадать с импульсной меткой) и 180-градусную ("плюс"), устанавливающие подвижную полярную систему координат, в которой отсчет углов осуществляется от нулевого радиуса-вектора в сторону, противоположную направлению вращения. Нулевую и импульсную метки следует связать с характерным конструктивным элементом валопровода (например, серединой наружного токоподвода ротора генератора и т.п.), а ее положение документально зафиксировать. Метки наносят непосредственно у фланца статорного элемента, на фланце же нанести краской или жестко укрепить градусную шкалу (лимб) неподвижной системы координат. Ноль шкалы должен быть расположен наверху, а направление разметки совпадать с направлением вращения ротора. Цена деления шкалы – не более 2°.

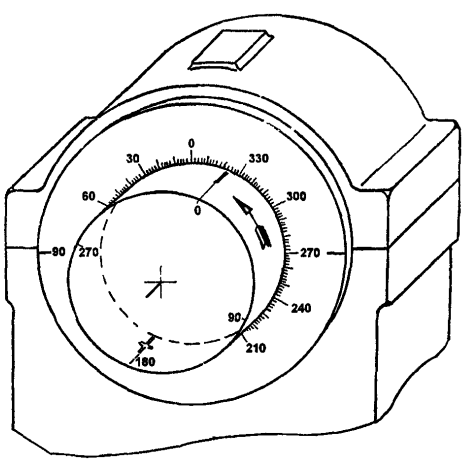


Рисунок 3 – Разметка ротора и статора агрегата при измерении фазы вибрации стробоскопическим способом

2.2.3 При использовании стробоскопа на вращающемся роторе следует высветить одну из меток ("+" или "–"), а фазовый угол отсчитать по лимбу на статоре и записать с соответствующим метке символом, при этом знак "–" может быть опущен, например, 95– (или 95), 274+. Значения с символом "+" затем привести к нулю путем добавления к ним 180°.

В связи с тем, что стробоскопический способ измерения фаз малопроизводителен, им следует пользоваться лишь при отсутствии альтернативного способа.

2.2.4 При использовании для определения фаз в качестве опорного сигнала гармонического напряжения, не связанного с меткой на роторе (напряжение от генератора опорного напряжения, трансформатора, таходатчика, сельсин-датчика и т.д.), измеряются относительные фазы. Фазу φ_i, в соответствии с подразд. 2.2, следует определять по формуле

$$\varphi_i = \varphi_i' + \Delta\varphi_1 + \Delta\varphi_2,$$

где φ_i' – относительная фаза в произвольной системе отсчета, не связанной с нулевой меткой ротора;

$\Delta\varphi_1$ – поправка для пересчета в систему фаз, связанную с нулевой меткой ротора (например, в значения фаз, измеренных стробоскопом);

$\Delta\varphi_2$ – фазочастотная поправка прибора.

2.3 Объем измерений

В объем измерений входят:

- снятие частотных характеристик вибрации валопровода в процессе разворота (выбега) валопровода;
- предварительное виброобследование турбоагрегата при номинальной частоте вращения в режиме холостого хода, а также при номинальной нагрузке;
- измерения в процессе балансировки;
- контрольные измерения вибрации при сдаче агрегата после балансировки.

2.3.1 Объем виброизмерений определяется как технологическими задачами балансировки, так и условиями эксплуатации. При организации измерений следует учитывать предварительные данные об уровне вибрации опор агрегата, которые, как правило, имеются или могут быть получены перед остановом агрегата для проведения балансировочных работ или при очередном его пуске.

На основании предварительных данных следует установить участки валопровода, на которых возможен дисбаланс. Такими участками являются роторы, на подшипниках которых наблюдается повышенная вибрация (на рабочей и резонансных частотах вращения), а также роторы, которые по опыту эксплуатации агрегатов данного типа могут иметь дисбаланс.

2.3.2 При снятии частотных характеристик вибрации для каждого из роторов, на котором возможен дисбаланс, следует измерить вертикальную вибрацию его опор в диапазоне от 10 до 50 Гц или, как минимум, на резонансных частотах вертикальных колебаний.

2.3.3 В процессе балансировки частотные характеристики вибрации обязательно снимать в точках, в которых устанавливаемые балансировочные грузы могут вызвать существенное изменение вибрации при соответствующих промежуточных частотах вращения.

2.3.4 Если возможности аппаратуры не позволяют получить необходимого количества частотных характеристик при одном выбеге, программа испытаний должна предусматривать дополнительные развороты-выбеги валопровода.

2.3.5 При балансировке ротора генератора вибрация консольного участка измеряется на конце вала через щетку, используемую для контроля изоляции цепей возбуждения, а

также на контактных кольцах в каждом ряду щеток. Все измерения должны выполняться в одних и тех же точках в вертикальном и поперечном направлениях. Поверхности вала, на которых проводятся измерения, должны быть прошлифованы при достаточно низкой частоте вращения, исключающей динамические прогибы ротора генератора, радиальный бой поверхности после шлифования не должен превышать 0,33 мм. При установке щупа вибродатчика на щетку с нее должно быть снято прижимное устройство, препятствующее прямому доступу к ней. При виброизмерениях следует учитывать, что вследствие трения щеток поверхность контактных колец может несимметрично нагреваться, что приводит к погрешностям виброизмерений, поэтому при балансировке рекомендуется снять или освободить щетки от прижимающих пружин.

2.3.6 Ограничения объемов виброизмерений снижают надежность исходных данных для балансировочных расчетов и эффективность балансировки.

2.4 Технология измерений

При выполнении вибрационных измерений должны соблюдаться следующие правила.

2.4.1 Стол для установки виброизмерительных приборов следует расположить так, чтобы длина используемых кабелей позволяла измерять параметры вибрации во всех намеченных точках. Он должен находиться в месте надежной зрительной связи с зонами измерений вдоль оси агрегата. Размещать виброизмерительные приборы в местах с высокой вибрацией пола, чрезмерного шума, парений, в непосредственной близости от вращающихся механизмов не допускается.

2.4.2 При отсутствии многоканальных приборов с памятью для одновременного снятия частотных характеристик и регистрации параметров вибрации одноканальные приборы следует объединять в комплексы.

2.4.3 При отсутствии многоканальной регистрирующей аппаратуры для снятия частотных характеристик следует использовать максимальное количество имеющихся балансировочных приборов. Можно использовать и один прибор для снятия частотных характеристик в нескольких точках, если соответствующие ближайшие резонансные частоты в них отличаются не менее чем на 200 об/мин. Для этого при повышении частоты вращения после записи вибрации на некоторой резонансной частоте в соответствующей точке к измерительному блоку следует подключить очередной датчик, установленный в точке, резонансная частота которой выше. Если ближайшие исследуемые резонансные частоты близки, то частотные характеристики следует снимать двумя приборами, а если и этого недостаточно, то перед прохождением очередной резонансной частоты необходимо снижать частоту вращения валопровода на (300–400) об/мин.

2.4.4 Частотные характеристики вибрации, как правило, следует снимать на выбеге, это обеспечивает необходимое равномерное отрицательное ускорение вращения, влияющее на значения вибрации. Если необходимо снять частотные характеристики вибрации при развороте, то рекомендуется приостанавливать повышение частоты вращения на тех частотах, для которых выполняются измерения.

2.4.5 На рабочей частоте вращения измерения вибрации на опорах допускается выполнять в любой последовательности. Предпочтительным является такой порядок: последовательно измеряются вертикальная, поперечная и осевая вибрации на опоре № 1, затем на опоре № 2 и т.д.

3 ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДИСБАЛАНСА ВАЛОПРОВОДА И ВОЗМОЖНОСТИ БАЛАНСИРОВКИ ДОСТУПНЫМИ ПЛОСКОСТЯМИ КОРРЕКЦИИ

3.1 Предварительную оценку характера неуравновешенности и возможности балансировки доступными плоскостями следует выполнять с целью выбора плана балансировки

ровки, особенно в случае отсутствия динамических коэффициентов влияния, их ограниченного объема или недостаточной достоверности.

3.2 Основными факторами, влияющими на характер вибрации турбоагрегата, являются динамические характеристики его роторов и опор, неуравновешенность каждого из них и отклонения от соосности в соединительных муфтах, поэтому требуемая оценка в отношении валопровода, как правило, может быть дана на основании анализа амплитудных и фазовых частотных характеристик опор отдельных роторов. Приведенные ниже закономерности этих характеристик с достаточной для практики достоверностью отражают как поведение неуравновешенных роторов в валопроводе на опорах с различными динамическими характеристиками, так и распределение дисбаланса вдоль их оси.

При более сложном распределении дисбаланса, выраженной анизотропии опорных устройств, наличии резонансов опор на рабочей частоте анализ характера неуравновешенности может быть осложнен, особенно в случае несимметричных роторов.

3.3 К жестким можно отнести сварные роторы низкого давления быстроходных турбоагрегатов и роторы турбин тихоходных турбоагрегатов. Остальные роторы турбоагрегатов – *гибкие*. Рабочая частота вращения последних находится между их первой и второй резонансными частотами вертикальных изгибных колебаний роторов в системе (везде далее в разделе 3 – «резонансные частоты, колебания»), а для некоторых роторов генераторов – выше их второй резонансной частоты изгибных колебаний. Резонансные частоты поперечных изгибных колебаний роторов в системе ниже частоты вертикальных, а соответствующие им резонансные колебания опор выражены менее четко.

3.4 Основными причинами дисбаланса валопровода являются эксцентриситеты масс роторов и их соединительных элементов, возникающие при изготовлении, ремонте и эксплуатации, искривления роторов, возникающие во время эксплуатации, радиальные и угловые смещения оси валопровода, вызванные дефектами сборки жестких и полужестких муфт.

3.5 При действии дисбаланса, обусловленного эксцентриситетом масс ротора, обычно наибольший уровень вибрации имеет место на опорах неуравновешенного ротора в диапазоне частот вращения валопровода турбоагрегата.

3.6 Для жестких роторов независимо от характера распределения дисбаланса по длине повышенная вибрация может быть устранена установкой корректирующих масс в торцевые штатные плоскости коррекции на роторе.

3.7 Для гибких роторов в системе валопровода характер распределения дисбаланса следует оценивать на основе анализа амплитудных и фазовых частотных характеристик опор в диапазоне частот вращения.

3.7.1 При сосредоточении *кососимметричного дисбаланса* в районе торцевых штатных плоскостей коррекции на гибких роторах турбин, для которых рабочая частота вращения *ниже второй резонансной частоты*, вертикальная вибрация опор повышается по мере приближения к рабочей частоте вращения и имеет противофазный характер во всем диапазоне частот. Фаза вертикальной вибрации опор составляет на рабочей частоте вращения (50–120)°, если угловое положение дисбаланса равно 0°. Везде ниже при оценке характера распределения дисбаланса его угловое положение также принимается равным 0°. При наличии кососимметричного дисбаланса на роторах генераторов, для которых рабочая частота вращения *выше второй резонансной частоты* (генераторы быстроходных турбоагрегатов мощностью 300 МВт и более), вертикальная вибрация достигает максимума на второй резонансной частоте и имеет противофазный характер во всем диапазоне частот вращения. Фаза вертикальной вибрации на второй резонансной частоте составляет (120–170)°, а на рабочей – (170–230)°. Вибрация может быть снижена установкой кососимметричной системы грузов (см. п. 4.1.8) в торцевые штатные плоскости коррекции.

3.7.2 При *симметричном дисбалансе* на гибких роторах возникают резонансные колебания опор вблизи частоты вращения, соответствующей первой резонансной частоте колебаний. Вибрация практически синфазна во всем диапазоне частот вращения валопровода. Фаза вертикальной вибрации опор на первой резонансной частоте колебаний составляет (110–160)°.

При расположении симметричного дисбаланса вблизи торцевых штатных плоскостей на роторе после перехода через резонанс фаза вертикальной вибрации опор возрастает и достигает (140–220)°. Вибрация на рабочей частоте вращения может практически отсутствовать, если плоскости расположения дисбаланса нечувствительны к симметричному дисбалансу. Такими плоскостями являются, например, крайние ступени роторов с насадными дисками (турбоагрегаты мощностью 100–800 МВт). Выше нечувствительной скорости фаза вибрации опор изменяет свое направление и составляет (10–80)°. Рабочая частота вращения быстроходных турбоагрегатов выше нечувствительных скоростей для симметричного дисбаланса в крайних плоскостях роторов генераторов турбоагрегатов мощностью 200 МВт и выше. Вибрацию следует устранять установкой симметричной системы грузов в торцевые штатные плоскости коррекции на роторе, а для нечувствительных плоскостей проводить балансировку только на первой резонансной частоте ротора.

При расположении симметричного дисбаланса вблизи середины ротора фаза вибрации опор после перехода через первую резонансную частоту увеличивается и достигает на рабочей частоте вращения (190–280)°. Эффективное устранение вибрации возможно только при использовании плоскостей коррекции в середине ротора. Если плоскость недоступна, то рекомендуется компенсировать дисбаланс во время ремонта.

3.7.3 При *расположении дисбаланса у одного из краев ротора* возникают резонансные колебания как вблизи первой, так и второй резонансных частот. На первой резонансной частоте вибрация имеет синфазный характер, фаза вертикальной вибрации опор составляет (105–175)°. После перехода через первую резонансную частоту вертикальная вибрация опоры, вблизи которой находится дисбаланс, резко уменьшается (часто до нуля), а фаза сначала увеличивается на (5–90)° (в интервале 200–300 об/мин после резонансной частоты), а затем падает до (30–90)°. Перед второй резонансной частотой фаза вертикальной вибрации этой опоры снова возрастает и достигает за резонансом (180–210)°, а затем падает. Фаза вертикальной вибрации другой опоры после перехода через первую резонансную частоту монотонно возрастает вплоть до рабочей частоты. На второй резонансной частоте роторов генераторов фаза вибрации этой опоры составляет (300–360)°, а на рабочей частоте вращения (340–60)°. Указанная закономерность в изменении фазовых характеристик позволяет определить место расположения дисбаланса. При балансировке корректирующая масса должна устанавливаться в крайнюю торцевую плоскость коррекции *со стороны расположения дисбаланса*.

3.8 Искривление (остаточный прогиб) оси одного из роторов вызывает повышенную вибрацию опор прогнутого и соседних роторов валопровода на резонансных частотах колебаний, а также на рабочей частоте вращения с большим уровнем вибрации на подшипниках прогнутого ротора. На рабочей частоте вращения присутствует существенная синфазная составляющая вертикальной вибрации опор прогнутого ротора. Искривление ротора зызывает противофазные осевые вибрации опор – особенно это характерно для относительно жестких роторов. До проведения балансировки валопровода следует устранить или скомпенсировать суммарный перекос торцов муфт, связанный с прогибом ротора. Вибрация опор, обусловленная остаточным прогибом ротора, наиболее эффективно устраняется в широком диапазоне частот вращения с использованием плоскости коррекции в средней части ротора. Однако при ремонте агрегата следует действовать в соответствии с методикой, изложенной в п. 4.5.9.

3.9 Наличие «коленчатости» в соединении муфт может вызвать повышенную противофазную вибрацию двух соседних с неправильно собранной муфтой опор в вертикальном направлении (более высокую сравнительно с вибрацией двух других опор роторов). Дефект сопряжения типа «коленчатость» в системе трехопорных роторов (РВД–РСД) равноценен дополнительному дисбалансу безопорного ротора. Для проведения успешной балансировки «коленчатость» должна быть устранена.

3.10 Характерным признаком наличия перекоса торцов в муфте является симметричная вертикальная вибрация ближайших к муфте опор. Она имеет более высокий уровень на опорах роторов, соединенных с перекосом осей.

3.11 Дефекты сопряжения муфт должны быть устранены в период ремонта. Прогнутые роторы должны быть заменены, либо допускаемый заводом-изготовителем их прогиб должен быть скомпенсирован распределением корректирующих масс по длине. Компенсация этих дефектов путем балансировки валопровода в собственных подшипниках, если она возможна, допускается только в качестве кратковременной меры. Следует иметь в виду; что такая балансировка является особо сложной и связана с дополнительными пусками агрегата и затратами.

4 БАЛАНСИРОВКА ВАЛОПРОВОДОВ

Балансировка валопровода представляет последовательность балансировочных пусков. *Балансировочным* следует считать пуск агрегата с установленным грузом. В него входят достижение режимов, необходимых для выполнения вибрационных измерений, связанных с задачами балансировки, после которых непосредственно следует остановка агрегата, и при необходимости установка корректирующих масс. *Пуск агрегата без грузов («нулевой пуск»), определяющий так называемое исходное вибрационное состояние и необходимость балансировки, не считается балансировочным.*

Как при нулевом, так и при собственно балансировочных пусках выполняются вибрационные измерения (см. раздел 2), включающие снятие амплитудных и фазовых частотных характеристик и последующий анализ результатов. В рамках каждого пуска (цикла) проводятся балансировочные расчеты с целью определения корректирующих дисбаланс валопровода сосредоточенных масс или их сочетаний с системами симметричных или кососимметричных грузов.

4.1 Динамические коэффициенты влияния

4.1.1 В *балансировочных* расчетах принимается линейная зависимость между вибрацией и дисбалансом. Динамический коэффициент влияния (ДКВ) есть коэффициент пропорциональности между вибрацией и вызывающим ее дисбалансом.

Векторное изменение вибрации $\Delta\overline{A}_i$ в i-й точке под действием сосредоточенного дисбаланса в к-й плоскости валопровода выражается формулой

$$\Delta\overline{A}_i = \overline{A}_{i1} - \overline{A}_{i0} = \overline{a}_{i\kappa}\overline{P}_\kappa, \qquad (1)$$

где $\overline{A}_{i0}$ – исходное значение вибрации в i-й точке (i = 1, 2, 3, ..., I);

$\overline{A}_{i1}$ – значение вибраций в i-й точке при возникновении (или внесении) дополнительного дисбаланса $\overline{P}_\kappa$ в к-й плоскости валопровода (к = 1, 2, 3, …, К);

$\overline{a}_{i\kappa}$ – динамический коэффициент влияния, равный

$$\overline{a}_{i\kappa} = \Delta\overline{A}_{i1} / \overline{P}_\kappa = \left(\overline{A}_{i1} - \overline{A}_{i0}\right) / \overline{P}_\kappa . \qquad (2)$$

4.1.2 Все величины, входящие в формулы (1) и (2), являются комплексными и определяются модулем и углом: вибрация – размахом A и фазой φ, ДКВ – модулем a и фазой γ, дисбаланс – массой P и углом установки α. Для записей комплексных величин используются следующие формы:

- для вибрации $\overline{A}_i$; $A_i e^{i\varphi}$; A_i/φ_i;
- для ДКВ $\overline{a}_{i\kappa}$; $a_{i\kappa} e^{i\gamma}$; $a_{i\kappa}/\gamma_{i\kappa}$;
- для дисбаланса $\overline{P}_\kappa$; $P_\kappa e^{i\alpha}$; P_κ/α_κ.

4.1.3 Все математические операции над значениями указанных величин проводятся по правилам действий над комплексными величинами.

4.1.4 ДКВ $\overline{a}_{i\kappa}$ представляет вибрацию в точке i, возникающую под действием груза массой 1 кг, установленного в нулевой угол в к-й плоскости коррекции. Например, запись $\overline{a}_{25}$ = 70/30 означает, что под воздействием единичного груза 1/0 в плоскости *5* в точке измерения *2* возникает вибрация с размахом 70 мкм и фазой 30° (дополнительный вектор).

4.1.5 Индексом «i» нумеруются все значения вибрации, вводимые в балансировочные расчеты, измеренные при некотором балансировочном пуске. Разными индексами нумеруются значения вибрации в разных точках опор, вала для разных направлений измерения и при разных частотах вращения валопровода.

4.1.6 Индексом «к» обозначаются разные плоскости коррекции, а также нумеруются некоторые системы грузов; для этого используются очередные порядковые номера, иногда с буквами «с» и «кс» соответственно для симметричной и кососимметричной систем.

4.1.7 Плоскости коррекции рекомендуется нумеровать вдоль оси валопровода от первой опоры к последней, точки измерения вибрации – последовательно для каждой частоты вращения, вначале для точек на опорах, начиная с первой для вертикального, поперечного и осевого направлений, а затем для контролируемых сечений вала в вертикальном и поперечном направлениях в том же порядке. Кроме того, существуют правила, оговариваемые иногда таблицами ДКВ.

4.1.8 Во всех расчетах *система грузов* рассматривается как груз, установленный в одну плоскость коррекции, а численное значение расчетной корректирующей массы определяет значение груза в первой по порядку плоскости коррекции из всех, образующих систему, остальные значения грузов находятся из условия пропорциональности.

В качестве систем грузов на практике чаще всего используются:

симметричная – из двух грузов, имеющих одинаковые массу и углы установки в торцевых плоскостях коррекции симметричного ротора, и *кососимметричная* – из двух грузов, имеющих одинаковую массу и противоположные углы установки в торцевых плоскостях коррекции симметричного ротора.

4.1.9 Значения ДКВ определяются экспериментально в процессе балансировки путем проведения пусков с пробными грузами $\overline{P}_\kappa$ [см. формулу (2)] либо расчетно-экспериментальным способом.

4.1.10 При экспериментальном способе определения ДКВ после измерения исходных значений вибрации $\overline{A}_{i0}$ в некоторую к-ю плоскость коррекции следует установить пробный груз $\overline{P}_\kappa$ и произвести пуск агрегата (так называемый пробный пуск), в процессе которого следует измерить значения вибрации $\overline{A}_{i1}$ в тех же точках, после чего расчетом определить значения ДКВ $a_{i\kappa}$ по формуле (2).

Пробный груз по возможности необходимо выбрать таким образом, чтобы не допустить существенного возрастания уровня вибрации при пробном пуске. Этот выбор может быть сделан по известным значениям ДКВ для агрегатов других типов, имеющих аналогичную конструкцию и близкие соотношения резонансных и рабочей частот вращения. В их отсутствии массу пробного груза в граммах можно рассчитать по формуле

$$m_{\text{пр}} = 0{,}2A \cdot M / R,$$

где A – максимальная двойная амплитуда оборотной составляющей (размах) виброперемещения в вертикальном или поперечном направлении на подшипнике, ближайшем к плоскости установки пробного груза, либо по априорным оценкам имеющем наибольший модуль ДКВ этой плоскости, мкм;

M – масса ротора, на котором расположена плоскость, кг;

R – радиус установки груза, мм.

Во всех случаях при пробном пуске следует контролировать уровень вибрации по мере повышения частоты вращения и прекратить разворот агрегата при достижении 200 мкм.

В качестве пробного может рассматриваться любой балансировочный пуск, при котором использовалась одна плоскость коррекции.

Допускается экспериментальное определение ДКВ с применением способов, исключающих процедуру пробных пусков.

4.1.11 Совокупность всех ДКВ для одного турбоагрегата образует прямоугольную I×K матрицу. Основные динамические свойства системы турбрагрегат–фундамент–основание характеризуют ДКВ. Соответственные ДКВ однотипных турбоагрегатов могут отличаться. Эти отличия могут быть существенными, однако матрица ДКВ, полученная осреднением по нескольким турбоагрегатам одного типа, может считаться *приближенной* для всех турбоагрегатов данного типа.

4.1.12 Для однотипных турбоагрегатов, имеющих существенные отличия в конструкции валопровода, статоров, элементов опорной системы и фундамента, ДКВ должны представляться отдельно.

4.1.13 Статистически достоверные значения ДКВ для определенного типа агрегатов получают путем обработки достаточного количества их значений. Для оценки достоверности ДКВ служит коэффициент относительного рассеивания

$$\psi = \sigma a_{i\kappa} / a_{i\kappa}^{c}, \qquad (3)$$

где $\sigma a_{i\kappa}$ – среднеквадратическое отклонение ДКВ (модуль);

$a_{i\kappa}^{c}$ – среднее значение модуля ДКВ.

Достаточно достоверными следует считать значения ДКВ при $\psi \le 0{,}5$. При $\psi \ge 1$ значения ДКВ можно использовать лишь для определения пробного груза. При рассмотрении всей матрицы ДКВ существенны ψ для основных (больших по модулю) ДКВ.

4.1.14 Экспериментальное определение матриц ДКВ является дорогостоящей и трудно осуществимой в условиях электростанции операцией. Поэтому следует использовать результаты статистических обобщений ДКВ однотипных агрегатов. Полученные в результате балансировки ДКВ подлежат хранению в личных, станционных банках данных и накоплению в системе Экспертного Совета по вибрации при РАО «ЕЭС России».

Примечание – Экспертный Совет по вибрации при РАО «ЕЭС России» приступил к работе по накоплению, статистической обработке и обобщению ДКВ в общероссийском масштабе. Обмен данными будет осуществляться через ИНТЕРНЕТ путем обращения к специальному сайту.

4.1.15 Помимо экспериментальных значений ДКВ для вибрационного анализа, а также в балансировочных расчетах допускается использование ДКВ, полученных в результате расчетов вынужденных колебаний системы валопровод – масляный слой – опоры турбоагрегатов. В справочном приложении 1 приведены расчетные ДКВ основных типов турбоагрегатов мощностью 200–1000 МВт ТЭС и АЭС.

4.2 Планирование и организация балансировочных работ

4.2.1 Задачей балансировки турбоагрегата является, с одной стороны, приведение вибрационного состояния в соответствие с действующими нормативными документами (ГОСТ 27165, ГОСТ 25364 и ПТЭ), а с другой – ее выполнение при минимальном простое агрегата и учете реальных производственных условий.

4.2.2 Для удовлетворения этих требований должно быть обеспечено наличие поверенной балансировочной аппаратуры; вычислительной техники, реализующей алгоритмы балансировочных расчетов в соответствии с требованиями подразд. 4.3; обобщающей информации о ДКВ для балансируемого агрегата; балансировочных грузов разной массы для всех используемых плоскостей коррекции для заполнения всех балансировочных пазов и отверстий на 25 %.

4.2.3 С учетом предварительной оценки характера дисбаланса должны быть выбраны плоскости коррекции, которые следует учитывать при балансировочных расчетах (см. подразд. 4.3). В это число, как правило, входят доступные плоскости коррекции на роторах, имеющих дисбаланс, плоскости консольных участков (муфт) этих роторов и ближайшие к ним плоскости коррекции соседних роторов.

4.2.4. При наличии ДКВ следует рассчитать корректирующие массы, используя указанные плоскости, и по полученным результатам выбрать вариант установки балансировочных грузов.

4.2.5 При использовании балансировочной аппаратуры, удовлетворяющей ГОСТ ИСО 2371, достоверных ДКВ и стабильном режиме работы агрегата балансировка может быть выполнена за один пуск. При недостаточно достоверных ДКВ могут потребоваться дополнительные корректировочные пуски. При рассмотрении результатов расчетов в этом случае следует отдавать предпочтение вариантам, использующим наименьшее количество плоскостей коррекции.

4.2.6 При отсутствии данных о ДКВ следует планировать пробные пуски для учитываемых плоскостей коррекции. Их необходимо начинать с наиболее эффективных плоскостей коррекции на основании предварительной оценки распределения дисбаланса. После каждого пробного пуска следует производить расчет корректирующей системы масс по данным всех проведенных пусков. Процедуру пробных пусков можно закончить при получении удовлетворяющих норму расчетных остаточных значений вибрации, а затем следует установить расчетную систему корректирующих масс.

4.2.7 При недостаточном снижении вибрации после установки расчетных корректирующих масс необходимо поступать следующим образом. Если достигнуто заметное снижение вибрации, рассчитать дополнительную систему корректирующих масс с использованием полученных ДКВ. Если вибрация не снижена, корректирующие массы рассчитать по скорректированной матрице ДКВ (см. п. 4.3.9). Если дополнительный пуск с новыми расчетными корректирующими массами не приводит к снижению вибрации, следует продолжить процедуру пробных пусков, при этом не исключается повторение пробных пусков для плоскостей коррекции, в которые пробные грузы уже устанавливались.

4.2.8 Удовлетворения требований к балансировке, предъявляемых упомянутыми нормативными документами, следует добиваться ценой выполнения минимально необходимого и достаточного количества пусков агрегата и использования минимально необходимого и достаточного количества доступных плоскостей коррекции.

4.2.9 При наличии теплового дисбаланса цель балансировки – найти корректирующие массы, которые обеспечивают достижимый минимум вибрации на всех режимах, а если это невозможно, то прежде всего на режимах длительной эксплуатации.

4.3 Балансировочные расчеты

4.3.1 Основная задача балансировочных расчетов – определение по известным значениям исходных вибраций $\overline{A}_{i0}$ и ДКВ $\overline{a}_{ik}$ значений корректирующих масс, обеспечивающих минимальные амплитуды остаточных вибраций $\overline{\varepsilon}_i$. Из формулы (1)

$$\overline{\varepsilon}_i = \overline{A}_{i0} + \sum_{к=1}^{K} a_{ik} \overline{P}_к \quad (i = 1, 2, \ldots, I), \tag{4}$$

т.е. остаточная вибрация представляет сумму исходной вибрации и влияния на нее всех К установленных корректирующих масс.

4.3.2 Во всех случаях, кроме простейших, наилучшие результаты получаются при использовании для балансировочных расчетов ЭВМ. При этом для заданных плоскостей коррекции корректирующие массы рассчитываются по формуле

$$\overline{P} = -\left(a^{\tau}a + D\right)^{-1} a^{\tau}\overline{A}\,, \tag{5}$$

где $\overline{P} = (P_{1x}, P_{1y}, ..., P_{\text{кг}}, P_{\text{ку}}, ..., P_{\text{Кг}}, P_{\text{Ку}})$ – столбец составляющих значений корректирующих масс;

$\overline{A} = (A_{1x}, A_{1y}, ..., A_{ix}, A_{iy}, ..., A_{Ix}, A_{Iy})$ – столбец составляющих исходных значений вибрации;

a – матрица составляющих ДКВ размером $2I \times 2\text{К}$ вида

$$a = \begin{bmatrix}
a_{11x} & -a_{11y} & a_{12x} & -a_{12y} & \cdot & \cdot & \cdot & a_{1\text{К}x} & -a_{1\text{К}y} \\
a_{11y} & a_{11x} & a_{12y} & a_{12x} & \cdot & \cdot & \cdot & a_{1\text{К}y} & a_{1\text{К}x} \\
a_{21x} & -a_{21y} & a_{22x} & -a_{22y} & \cdot & \cdot & \cdot & a_{2\text{К}x} & -a_{2\text{К}y} \\
a_{21y} & a_{21x} & a_{22y} & a_{22x} & \cdot & \cdot & \cdot & a_{2\text{К}y} & a_{2\text{К}x} \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
a_{I1x} & -a_{I1y} & a_{I2x} & -a_{I2y} & \cdot & \cdot & \cdot & a_{I\text{К}x} & -a_{I\text{К}y} \\
a_{I1y} & a_{I1x} & a_{I2y} & a_{I2x} & \cdot & \cdot & \cdot & a_{I\text{К}y} & a_{I\text{К}x}
\end{bmatrix};$$

a^{τ} – транспонированная матрица a;

$D = \text{diag}\,(D_1, D_1, ..., D_{\text{к}}, D_{\text{к}}, ..., D_{\text{К}}, D_{\text{К}})$ – диагональная матрица дисперсий ДКВ, в которой

$$D_{\text{К}} = \sum_{i=1}^{I}\left[\left(\sigma a_{ix}\right)^2 + \left(\sigma a_{iy}\right)^2\right],$$

где σa_{ix}, σa_{iy} – среднеквадратические отклонения составляющих ДКВ.

Значения σa_{ix}, σa_{iy} могут не входить в исходную информацию, в этом случае $D_{\text{К}}$ рекомендуется назначать в виде

$$D_{\text{К}} = \sum_{i=1}^{I}\left(\alpha + \psi a_{i\text{к}}\right)^2. \tag{6}$$

Для энергетических турбоагрегатов рекомендуется принять α = 3 мкм/кг, ψ = 0,25.

При выборе точек измерения, параметры вибрации которых следует вводить в расчет, необходимо учитывать характерные особенности вибрации балансируемого агрегата, результаты анализа распределения дисбаланса, влияние на вибрацию опор используемых плоскостей коррекции. В основном наилучшие результаты получаются, когда для рабочей скорости применяются наряду с вертикальными наибольшие по уровню и наиболее чувствительные поперечные составляющие вибрации опор, а также вертикальные и поперечные составляющие вибрации консоли ротора генератора, измеренные в одной плоскости. Для резонансных частот в расчет достаточно вводить вертикальные составляющие вибрации опор, а для консоли ротора генератора необходимо учитывать как вертикальные, так и поперечные составляющие.

4.3.3 Остаточные значения определяются матричной формулой

$$\varepsilon = A + a\,P, \tag{7}$$

где $\varepsilon = |\varepsilon_{1x}, \varepsilon_{1y}, \ldots, \varepsilon_{кx}, \varepsilon_{кy}, \ldots, \varepsilon_{Kx}, \varepsilon_{Ky}|$.

Значения P, определенные из (5), соответствуют минимуму суммы квадратов остаточных значений вибрации и их дисперсий.

4.3.4 Для выбора оптимального набора плоскостей коррекции из общего их числа К, участвующих в расчете, следует для всех возможных сочетаний по L плоскостей в каждом (L = 1, 2, ..., к, ..., К) выполнить расчеты по формулам (5) и (7) и для каждого сочетания определить значение параметра $A_{ск}$ по формуле

$$A_{ск} = \left\{ \left[\sum_{i=1}^{I} \varepsilon_i^2 + \sum_{к=1}^{K} \left(P_к^2 \sigma a_{iк}^2 \right) \right] / I \right\}^{1/2}.$$

Из всех сочетаний далее следует выбрать лишь те, которые при минимальном количестве плоскостей обеспечивают приемлемое снижение вибрации опор.

Дальнейший расчет (выполнение итераций, вывод на печать) проводят для оптимальных сочетаний, к ним целесообразно присоединить также те, для которых, например, соблюдается условие

$$A_{ск} \le 1{,}1\ (A_{ск})_{опт}.$$

Выбор системы корректирующих масс для установки на валопровод проводится с учетом как значений $A_{ск}$, так и доступности плоскостей коррекции в каждом сочетании.

4.3.5 Рекомендуется уточнить значения P итерационным методом с целью дополнительного снижения максимальных вибраций. Каждая последующая итерация образуется из предыдущей путем нормирования значений A_i, $a_{iк}$, $\sigma_{aiк}$ в формуле (5):

$$A_i' = n_i A_i; \qquad a_{iк}' = n_i a_{iк}; \qquad (\sigma a_{iк})' = n_i (\sigma a_{iк}), \tag{8}$$

где $n_i = \left[\varepsilon_i / \left(\left(\sum_i \varepsilon_i^2 \right) / I \right) \right]^{1/2}$.

По результатам нескольких итераций наилучшая находится по минимуму критерия Ф:

$$Ф = A_{ск} + A_m, \tag{9}$$

где A_m – наибольшее из значений A_i,

$$A_i = \left[\varepsilon_i^2 + \sum_{к} \left(P_к \sigma a_{iк}^2 \right) \right]^{1/2}, \qquad (i = 1, 2, \ldots, I).$$

4.3.6 Для приведения в соответствие масштабов вводимых в расчет амплитуд вибрации подшипников при разных жесткостях последних, при измерениях на разных частотах вращения, а также при введении в расчет вибрации вала и контактных колец служат коэффициенты нормирования n. Их значения менее единицы для податливых подшипников (до 0,5), для промежуточных частот вращения (около 0,5), для вибрации вала (от 0,1 до 0,3), для вибрации контактных колец (около 0,1); для подшипников с повышенной жесткостью $n > 1$ (обычно около 2). Следует отметить, что точность назначения коэффициентов n не сильно сказывается на результатах расчетов, однако грубые просчеты при этом недопустимы.

Описанный алгоритм балансировочных расчетов реализован в ряде программ.

4.3.7 При компенсации теплового дисбаланса в расчет вводятся данные вибрации на холостом ходу, на резонансной частоте (прогретого валопровода) и под нагрузкой с нормирующими коэффициентами, меньшими единицы как для резонансной частоты, так и для холостого хода.

4.3.8 Целесообразно задействовать комплекс программ для ПЭВМ, реализующих помимо рассмотренного и другие расчеты, связанные с балансировкой. В памяти ПЭВМ желательно хранить матрицы ДКВ всех обслуживаемых агрегатов, обращение к этой

информации должно обеспечиваться программным способом (автоматически). Результаты балансировок и статистическую обработку ДКВ также целесообразно выполнять с помощью ПЭВМ. В связи с необходимостью оперативного проведения балансировочных расчетов программы должны обеспечивать максимум удобства при вводе информации и чтении результатов расчета. Используемые ПЭВМ должны позволять круглосуточно проводить расчеты. Устройства, обеспечивающие общение ПЭВМ с пользователем, должны располагаться достаточно близко к балансируемому агрегату.

4.3.9 При пуске агрегата с установленными корректирующими массами действительные значения остаточной вибрации $\overline{A}_{i1}$ отличаются от соответствующих расчетных прогнозируемых значений $\bar{\varepsilon}_i$. В основном это является следствием отличий действительных значений ДКВ от используемых в расчете. Если вопреки прогнозу значения $\overline{A}_{i1}$ велики, то при необходимости можно скорректировать исходную матрицу ДКВ, чтобы по уточненной матрице определить для следующего балансировочного пуска более точные значения корректирующих масс (см. п. 3.2.7). Для этого следует сначала найти

$\bar{c}_i = \overline{A}_{i1} - \bar{\varepsilon}_i$ – разности действительных и расчетных значений остаточной вибрации (невязки);

$\Delta\overline{A}_i = \sum_{к} \bar{a}_{iк} - \overline{P}_к$ – расчетные влияния установленных корректирующих масс.

Затем следует вычислить уточненные значения ДКВ по формулам:

$$\bar{a}'_{in} = \bar{a}_{in} + \Delta\bar{a}_{in} \quad (n = 1, 2, ..., К); \tag{10}$$

$$\Delta\bar{a}_{in} = q\left(\bar{a}_{in}\, \bar{c}_i\right) / \Delta\overline{A}_i; \tag{11}$$

$$\angle\, \Delta\bar{a}_{in} = \angle\bar{c}_i - \angle\overline{P}_n. \tag{12}$$

Приведенные формулы получены из условий минимума составляющих невязок.

Формула (11) определяет модуль поправки $\Delta\bar{a}_{in}$, формула (12) – ее угол, из (10) находим уточненное значение ДКВ. Коэффициент $q \le 1$ учитывает изменение вибрации, не связанное с установкой корректирующих масс. Рекомендуется принимать $q \le 0{,}7$.

Эффективность скорректированной матрицы ДКВ тем выше, чем больше корректирующих масс было установлено на валопровод. Необходимое условие использования метода – превалирующее влияние неточности ДКВ на различие расчетных и действительных значений вибрации.

Формулы (10), (11) и (12) обычно используются для расчетов с применением ПЭВМ, однако вследствие простоты не исключается их применение при ручных вычислениях.

4.3.10 При расчете нескольких корректирующих масс в разных плоскостях коррекции, как правило, следует использовать ПЭВМ. Однако в особых обстоятельствах можно воспользоваться одной из описываемых методик:

Первая. Для двух–трех корректирующих масс можно использовать решение системы линейных уравнений, которое получится, если в (4) приравнять нулю остаточные значения вибрации $\bar{\varepsilon}_i$. Для двух масс эта система имеет вид:

$$\begin{aligned} \bar{a}_{11}\overline{P}_1 + \bar{a}_{12}\overline{P}_2 &= -\overline{A}_{10}, \\ \bar{a}_{21}\overline{P}_1 + \bar{a}_{22}\overline{P}_2 &= -\overline{A}_{20}, \end{aligned} \tag{13}$$

а ее решение

$$\begin{aligned} \overline{P}_1 &= \left(\overline{A}_{10}\bar{a}_{12} - \overline{A}_{20}\bar{a}_{22}\right) / \overline{D}, \\ \overline{P}_2 &= \left(\overline{A}_{10}\bar{a}_{21} - \overline{A}_{20}\bar{a}_{11}\right) / \overline{D}, \\ \overline{D} &= \bar{a}_{11}\bar{a}_{22} - \bar{a}_{12}\bar{a}_{21}. \end{aligned} \tag{14}$$

Эта методика не учитывает погрешностей исходных данных, поэтому формулой (14) допустимо пользоваться тогда, когда сумма модулей слагаемых в левой части (13) не превышает более чем в 3 раза сумму правой части.

Вторая. В некоторых случаях можно разделить валопровод на участки, для каждого из которых может быть найдена корректирующая масса, мало влияющая на вибрацию остальных участков. Определив корректирующие массы для всех участков с помощью формул (15) и (16) (см. п. 4.3.11), следует затем учесть влияние этих масс на все рассматриваемые значения вибрации по формуле (4). Расчет можно считать законченным, если полученные расчетные значения $\bar{\varepsilon}_i$ достаточно малы.

4.3.11 В простейшем случае, когда одной корректирующей массой $\bar{P}_к$ требуется компенсировать единственное значение вибрации $\bar{A}_{i0}$ (I=К=10) из (4), приравняв $\bar{\varepsilon}_i$ нулю, получаем:

$$\bar{P}_к' = -\bar{A}_{i0}/\bar{a}_{iк} \ . \qquad (15)$$

Знак минус в (15) и ниже означает требование изменить на 180° расчетный угол.

С учетом погрешностей $\bar{a}_{iк}$ массу $\bar{P}_к'$ нужно несколько уменьшить:

$$\bar{P}_к = -q\bar{P}_к' , \qquad (16)$$

где q = 0,6÷0,8.

Меньшие значения q следует использовать при больших значениях вибрации. В расчете по формуле (16) используется плоскость коррекции, оказывающая на компенсируемую вибрацию наибольшее влияние.

4.3.12 Когда требуется одной плоскостью коррекции воздействовать на вибрацию в двух точках с целью снижения ее до минимума, корректирующую массу следует определять по формуле

$$\bar{P}_к = q\left(a_{1к}\bar{P}_1 + a_{2к}\bar{P}_2\right)/\left(a_{1к} + a_{2к}\right), \qquad (17)$$

где $a_{1к}$ и $a_{2к}$ –модули значений ДКВ $a_{1к}$ и $a_{2к}$;

$\bar{P}_1 = -\bar{A}_{10}/a_{1к}$; $\bar{P}_2 = -\bar{A}_{20}/a_{2к}$;

$\bar{A}_{10}$ и $\bar{A}_{20}$ –исходные вибрации,

q –принимаем по (16).

Рассчитанные по формулам (15), (16), (17) корректирующие массы могут изменить значения вибрации не только в тех точках, которые учитываются этими формулами, но и в ряде других. Чтобы определить прогнозируемые остаточные значения $\bar{\varepsilon}_i$ в других точках, следует воспользоваться формулой (4).

Эти же формулы следует использовать для расчетов симметричных и кососимметричных систем грузов. Расчетное значение корректирующей массы, как было сказано выше, следует считать значением первого груза системы, второй необходимо определять из условий симметрии. С учетом того, что системы грузов влияют преимущественно на вибрацию двух опор одного ротора, рекомендуется формула (17).

4.4 Балансировка консольного участка ротора генератора

Балансировка консольного участка ротора генератора проводится при повышенной вибрации контактных колец одновременно с балансировкой валопровода агрегата.

Повышенная вибрация консольной части ротора генератора связана с дисбалансом:

- ротора генератора, вызывающим прогиб по второй или третьей форме изгиба, что особенно резко проявляется при близости рабочей частоты вращения к соответствующим резонансным частотам, поэтому повышенная вибрация консоли при удовлетворительном уровне вибрации опор генератора указывает на неправильный выбор плоскостей коррекции (без учета колебаний консоли) при балансировке этого ротора;
- самой консоли.

При устранении вибрации консоли следует учитывать, что:

• Рабочая частота вращения близка к резонансным частотам изгибных колебаний ротора генератора. Устранение колебаний консоли требует использования плоскостей коррекции между опорами ротора генератора и на консоли (компенсация дисбаланса по третьей или второй форме изгиба);

• Рабочая частота вращения достаточно удалена от резонансных частот колебаний ротора генератора. При этом, если

а) вибрация опор ротора генератора, так же как и вибрация консоли, имеет повышенные значения, требуется балансировка ротора генератора совместно с консолью;

б) вибрация опор ротора генератора удовлетворяет нормам, вибрация консоли повышенная, балансировка осуществляется компенсацией дисбаланса собственно консоли путем установки на нее груза;

в) при балансировке установка груза на консоль не влияет на ее колебания, однако изменяет вибрацию опор генератора. Налицо консольная нечувствительная скорость, при которой для снижения вибрации следует изменить плоскости установки балансировочных грузов на консоли. Это связано с тем, что консольная нечувствительная скорость зависит от отношения расстояния между опорами ротора генератора к расстоянию плоскости установки груза на консоли от наиболее удаленной опоры генератора.

При балансировке консольного участка следует обеспечить минимум вибрации контактных колец в вертикальной и поперечной плоскостях. Расчет корректирующей массы выполняется по формуле (17).

4.5 Оценка влияния ремонтных работ на вибрацию турбоагрегата и технология компенсации дисбаланса во время ремонта

Компенсация дисбаланса во время ремонта часто позволяет исключить балансировку турбоагрегата в собственных подшипниках после ремонта или существенно упростить ее.

4.5.1 Перед выводом в ремонт необходимо провести вибрационные исследования турбоагрегата, в ходе которых следует измерить вибрацию на рабочей и резонансных частотах вращения. Если вибрация опор с частотой вращения на рабочей частоте не превышает 32 мкм для турбоагрегатов с рабочей частотой вращения 3000 об/мин и 64 мкм для агрегатов с рабочей частотой вращения 1500 об/мин, а на резонансных частотах – значений, определяемых по графику рисунка 7, задача балансировки сводится к компенсации дисбаланса, возникающего при некоторых ремонтных операциях. Такими операциями обычно являются для турбины – перелопачивание, пересадка дисков и муфт; для генератора – пересадка бандажных колец, насадных вентиляторов, частичная замена лопаток вентилятора; для возбудителя – пересадка коллекторного узла.

4.5.2 Перелопачивание – это технологическая ремонтная операция, важнейший элемент которой – определение моментных весов (развешивание) рабочих лопаток и их распределение по окружности диска. Она не зависит от скорости вращения (тихоходные турбины АЭС, быстроходные турбины ТЭС, АЭС), однако остаточный дисбаланс компенсируется по правилам, изложенным ниже.

При частичном или полном перелопачивании ступеней турбин АЭС для компенсации дисбаланса следует определить моментный вес старых и новых лопаток и установить корректирующие массы. Для лопаток длиной менее 275 мм необходимо использовать настольные циферблатные весы, для лопаток большей длины – моментные весы с ценой деления шкалы не более 5 г·м. При этом лопатки следует укреплять на расстоянии от оси коромысла, равном радиусу установки их на диске. Значения клеймить на хвостовой части лопаток.

Если моментный вес (масса) лопатки больше эталонного, то он считается положительным, если меньше – отрицательным. После определения веса лопаток следует сум-

мировать моментные массы лопаток как комплексные величины. Для обеспечения требуемой точности суммирования использовать аналитические методы.

Сложив дисбаланс старых и новых лопаток, определим дисбаланс ступени, обусловленный перелопачиванием (предварительно новые лопатки распределим на ступени таким образом, чтобы минимизировать его значение):

$$\overline{D}_i = \overline{D}_{iн} - \overline{D}_{iст},$$

где $\overline{D}_i$ – дисбаланс i-й ступени после перелопачивания, кг·м;

$\overline{D}_{iн}$ – суммарный дисбаланс новых лопаток на i-й ступени, кг·м;

$\overline{D}_{iст}$ – дисбаланс старых лопаток i-й ступени, кг·м.

Примечание – Достигаемая таким образом, т.е. после сложения дисбаланса старых и новых лопаток, точность определения дисбаланса при перелопачивании с использованием моментных весов удовлетворяет требованиям точности балансировки роторов тихоходных турбин. Так, расчетная предельная погрешность определения дисбаланса путем подсчета веса лопаток при основной погрешности моментных весов 10 г·м для нормального закона распределения вероятностей равна 141 г·м при числе лопаток, равном 100.

В случае если значение дисбаланса $\overline{D}_i$ ступени после перелопачивания больше допустимого (ГОСТ 22061, 2 кл. точности), следует установить корректирующую массу (массы) для его компенсации.

При отсутствии паза корректирующие массы должны устанавливаться с обеих сторон перелопачиваемой ступени в две ближайшие плоскости коррекции. При их отсутствии необходимо выполнить механическую обработку хвостовиков лопаток в соответствии с требованиями завода-изготовителя.

Корректирующие массы P_1 и P_2, кг, следует рассчитывать по формулам:

$$P_1 = D_i r_i \ell_i / R_1 \ell; \qquad P_2 = (D_i r_i - P_1 R_1)/ R_2,$$

где D_i – дисбаланс i-й перелопачиваемой ступени, кг·м (кг);

r_i – расчетный радиус i-й ступени, равный единице при развешивании лопаток на моментных весах или радиусу центра масс лопаток i-й ступени при взвешивании их на торговых весах, м;

ℓ_i – расстояние между i-й ступенью и второй плоскостью коррекции, м;

R_1, R_2 – радиусы установки корректирующих масс, м;

ℓ – расстояние между плоскостями коррекции, м.

Корректирующие массы следует устанавливать противоположно дисбалансу. При перелопачивании нескольких ступеней корректирующие массы, подсчитанные для компенсации дисбаланса в каждой ступени, следует суммировать в соответствующих плоскостях коррекции.

4.5.3 Перед перелопачиванием ротор следует балансировать на станке, устанавливая временные корректирующие массы в произвольные плоскости. После перелопачивания каждой ступени ротор необходимо снова отбалансировать на станке с установкой постоянных корректирующих масс на ступень. По окончании перелопачивания и балансировки временные корректирующие массы следует снять.

Если на перелопачиваемой ступени отсутствует балансировочный паз, допускается установка корректирующих масс в разгрузочные отверстия. Если это невозможно, необходимо провести развешивание лопаток старой и новой ступени и подбором порядка установки новых лопаток добиться, чтобы дисбаланс ступени после перелопачивания не превышал допустимых значений (по ГОСТ 22061, 2 кл. точности). После перелопачивания ступени в этом случае ротор следует отбалансировать, установив корректирующие массы в две ближайшие (слева и справа) от ступени плоскости коррекции (при необходимости поместить корректирующие массы в разгрузочные отверстия).

Если ротор турбины подвергается ремонту со снятием всех либо большего количества деталей (муфт и дисков), то наиболее эффективной можно считать ступенчатую балансировку, которая состоит в следующем: при разобранном роторе балансируют вал, затем после посадки каждой массивной детали замеряют бой ротора, чтобы исключить прогиб от посадочного натяга, и далее устанавливают корректирующую массу на посаженную деталь. Небольшие корректирующие массы допускается при этом устанавливать в другие плоскости коррекции. Для выполнения этой процедуры необходим качественный и производительный балансировочный станок.

4.5.4 При пересадке бандажных колец ротора генератора необходимо измерить радиальный бой бандажей и выполнить низкочастотную балансировку на станке с установкой временных корректирующих масс, а затем после окончательной посадки бандажных колец повторно измерить радиальный бой бандажей, при небольших отклонениях полученного значения от первоначального провести повторную балансировку с установкой постоянных корректирующих масс, а при чрезмерных – перенасадку бандажей.

При значительном дисбалансе следует провести корректировку положения бандажного кольца и привести значение радиального боя в соответствие с требованиями завода-изготовителя. После окончания балансировки временные корректирующие массы необходимо удалить.

4.5.5 Если в процессе ремонта ротора внесен неопределенный дисбаланс или по данным измерений вибрации перед ремонтом не удается рассчитать значения корректирующих масс, обеспечивающих удовлетворительное вибрационное состояние агрегата при проходе резонансных частот и на рабочей скорости вращения, следует запланировать двухэтапную балансировку ротора – низкочастотную на балансировочном станке и высокочастотную в составе валопровода.

4.5.6 Если вибрация опор при выводе агрегата в ремонт превышает указанные допустимые значения, по данным исследования вибрационного состояния следует выявить возможные причины ее и характер неуравновешенности валопровода. Причины вибрации следует уточнить по результатам ревизии узлов опорных подшипников и обследования валопровода.

4.5.7 При обнаружении во время исследования теплового дисбаланса ротора генератора следует проверить обмотки на отсутствие витковых замыканий, а также продуваемость вентиляционных каналов и устранить дефекты.

4.5.8 При обнаружении отклонений от соосности в соединении роторов и искривлений роторов, превышающих допустимые значения, а также поломок рабочих лопаток необходимо выполнить работы по устранению этих дефектов и последующую балансировку валопровода.

После устранения «коленчатости» и суммарного перекоса торцов муфт следует определить новые векторные значения «коленчатости», суммарный перекос торцов и векторные изменения этих величин. Методы определения «коленчатости» и суммарного перекоса торцов основаны на учете их взаимного влияния на результаты измерений биений поверхностей шеек либо других базовых поверхностей.

4.5.9 Искривление ротора, не превышающее допустимого заводом изготовителем значения, допускается компенсировать распределением корректирующих масс вдоль него, которое следует осуществлять с учетом условия компенсации главного вектора и главного момента эксцентриситетов масс ротора на каждом участке между плоскостями установки корректирующих масс. В расчетной схеме, используемой для определения корректирующих масс, ротор разбит на участки, на границах которых сосредоточиваются массы m_i последних. Эксцентриситет f_i, соответствующий i-й массе ротора m_i, определяется по кривой остаточного прогиба $F(x)$, построенной по измеренным значениям биения ротора (между точками индицирования форма прогиба задается отрезком прямой). Определять корректирующие массы следует путем решения уравнений статического

равновесия для участков ротора, расположенных между соседними плоскостями коррекции (рисунок 4):

$$\sum_{i=1}^{I_к} m_i f_i + r_к M_к + r_{к+1} M_{к+1} = 0;$$

$$\sum_{i=1}^{I_к} m_i f_i \ell_i + r_{к+1} M_{к+1} \ell_к = 0, \qquad (18)$$

где к – порядковые номера плоскостей коррекции (к = 1, 2, ..., К, К + 1, ...);

i – порядковые номера участков ротора между к-й и (к+1)-й плоскостями коррекции (i = 1, 2, ..., I);

$r_к$ – радиус установки к-й корректирующей массы;

f_i – эксцентриситет i-й расчетной массы (m_i);

ℓ_i – расстояние от i-й расчетной массы (m_i) до к-й плоскости коррекции;

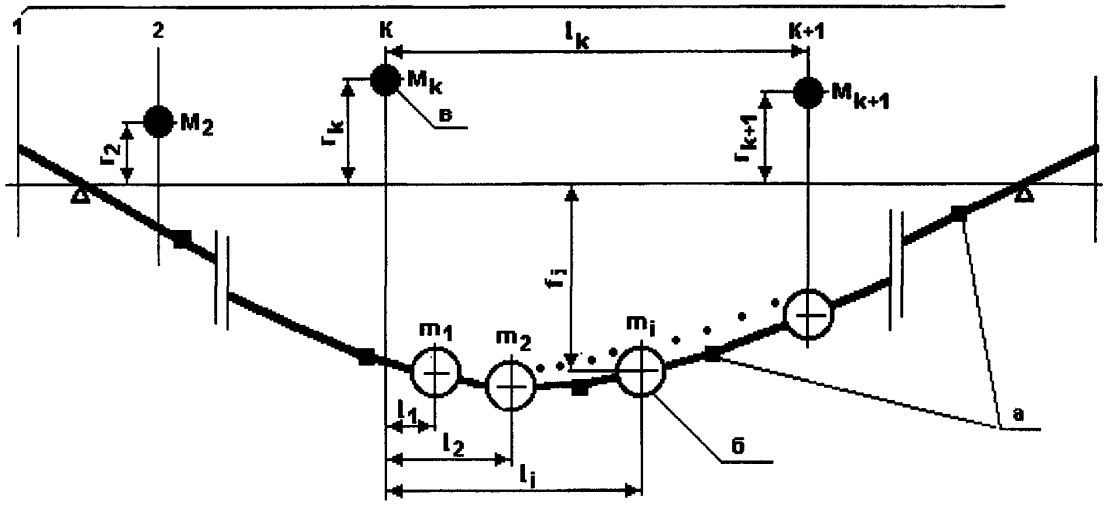
$I_к$ – число расчетных масс ротора между к-й и (к+1)-й корректирующими массами;

$\ell_к$ – расстояние между к-й и (к+1)-й плоскостями коррекции.

Между плоскостями коррекции кривую прогиба следует принимать плоской. Корректирующие массы M для каждой плоскости коррекции от двух соседних участков, найденные из уравнений (18), должны быть сложены как комплексные величины с учетом углов расположения плоскостей прогибов соседних участков.

Данные для расчета компенсации остаточного прогиба роторов турбоагрегатов приведены в справочном приложении 2.

4.5.10 При замене поломанных рабочих лопаток, а также восстановлении бандажей при их обрыве должен быть определен вызванный этим дисбаланс.



а – точки индикации прогиба; б – расчетные массы; в – корректирующие массы;
1, 2, ..., К, К+1 – номера плоскостей коррекции.

Рисунок 4 – Расчетная схема ротора для определения корректирующих масс при компенсации остаточного прогиба, допускаемого заводом-изготовителем

4.5.11 Если известны ДКВ дефектов сопряжения муфт («коленчатостей» и изломов), то после выполнения работ по компенсации прогиба роторов, устранению «коленчатости» в соединении роторов и перекоса торцов муфт, а также восстановления рабочего лопаточного аппарата следует оценить влияние этих работ на исходную вибрацию с помощью экспериментальных или расчетных ДКВ дисбалансов и смещений осей роторов в муфтах по формуле

$$\left(\overline{A}_{\text{ост}}\right)_i = \left(\overline{A}_0\right)_i + \sum_{q=1}^{Q}\left(\Delta\overline{R}_q\overline{a}_{iq}^{R} + \Delta\overline{T}_q\overline{a}_{iq}^{T}\right) + \sum_{\text{K}}\overline{M}_{\text{к}}\overline{a}_{i\text{к}}\,, \qquad (19)$$

где $\left(\overline{A}_{\text{ост}}\right)_i$ – остаточная вибрация в i-й точке измерения после устранения дефектов;

$\left(\overline{A}_0\right)_i$ – вибрация в i-й точке перед ремонтом турбоагрегата (с учетом влияния обнаруженных дефектов в подшипнике);

I – количество рассматриваемых точек измерения вибрации (i =1, 2, …, I);

q – количество муфт валопровода, q = 1, 2, …, Q;

$\Delta\overline{R}_q$ – изменение вектора радиального смещения осей роторов в q-й соединительной муфте в результате райберовки отверстий;

$\Delta\overline{T}_q$ – изменение вектора суммарного перекоса торцов полумуфт в q-й муфте в результате исправления торцов;

$\overline{M}_{\text{к}}$ – корректирующая масса, установленная для компенсации динамического влияния искривлений роторов или изменение дисбаланса в результате замены поврежденных лопаток или восстановления бандажа в $к$-й плоскости коррекции;

$\overline{a}_{iq}^{R}$ – динамический коэффициент влияния на i-ю точку радиального смещения осей роторов в q-й муфте (см. справочное приложение 3);

$\overline{a}_{iq}^{T}$ – динамический коэффициент влияния на i-ю точку суммарного перекоса торцов в q-й муфте (см. справочное приложение 3);

$\overline{a}_{i\text{к}}$ – динамический коэффициент влияния на i-ю точку корректирующей массы в к-й плоскости коррекции.

Необходимые для оценки по (19) расчетные ДКВ на рабочей и резонансных частотах вращения помещены в приложениях 1 и 3.

Следует учитывать приближенный характер этих расчетов.

К сожалению, для большинства машин отсутствуют даже такие приближенные данные о ДКВ. В этих случаях приходится рассчитывать исключительно на свой практический опыт или отказаться от учета дефектов муфт.

4.5.12 Если остаточная вибрация по (19) превышает допустимую, необходимо рассмотреть возможность установки дополнительных корректирующих масс. Корректирующие массы следует рассчитывать по алгоритмам, приведенным в подразделе 3.3. В качестве исходной в таком расчете должна служить остаточная вибрация $\left(\overline{A}_{\text{ост}}\right)_i$, [($i$ = 1, 2,..., I) из (19)].

Установку расчетных корректирующих масс следует проводить, если они:

а) компенсируют влияние грузов, ранее установленных при балансировках, связанных с учитываемыми дефектами;

б) компенсируют вибрацию в точках, на которые мало повлияли выполненные работы, то есть $\left(\overline{A}_{\text{ост}}\right)_i \approx \left(\overline{A}_0\right)_i$ (в этом случае для расчета корректирующих масс использовать плоскости коррекции, для которых имеются достоверные ДКВ); а также если

в) результаты расчета оцениваются как достоверные (с точки зрения надежности ДКВ и измерений, влияния устранения в процессе ремонта дефектов подшипников и расцентровок опор).

Компенсация дисбаланса во время ремонта является эффективным средством уменьшения вибрации агрегата, но не может во всех случаях исключить необходимость дополнительной балансировки валопровода в собственных подшипниках.

4.6 Некоторые особые случаи балансировки

В практике встречаются случаи, когда балансировка требует существенного увеличения объема работ или применение описанной методологии встречает затруднения.

4.6.1 При расчете корректирующих масс расчетные остаточные значения вибрации $\bar{\varepsilon}_i$ велики.

Причины:

а – недостаточный набор доступных плоскостей коррекции, использованных в расчете;

б – недостоверные ДКВ;

в – наличие «коленчатости» в соединении роторов;

г – недостаточные масляные зазоры или нарушение геометрии расточки опорных подшипников;

д – наличие существенного дисбаланса внутри пролетов роторов.

Методика балансировки

Случай *а*. Если использование всех доступных плоскостей коррекции не дает достаточного уменьшения расчетных значений вибрации, необходимо проверить расчетом эффективность использования дополнительных плоскостей.

Случай *б*. Если результаты такого расчета окажутся неудовлетворительными, следует выполнить пробные пуски и повторить расчет с новыми ДКВ.

Случаи *в* и *г*. Если и после этого расчетные $\bar{\varepsilon}_i$ велики, необходимо проверить коленчатость соединения роторов, а также провести проверку и ремонт опорных вкладышей.

Случай *д*. Ротор (турбины, генератора) следует разбить по длине на три части или выделить три зоны: одну – посередине, две – симметрично по краям. Крайние зоны следует использовать для установки системы симметричных грузов $\bar{P}_1$, а среднюю – для груза $\bar{P}_2$.

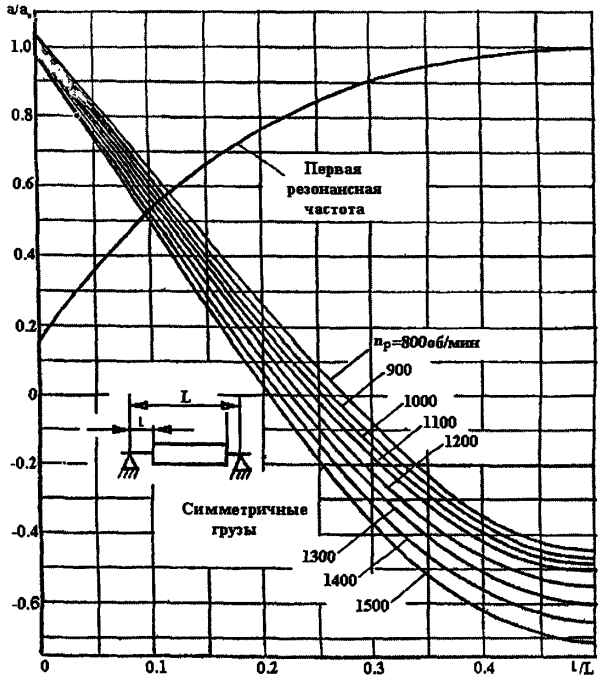


Рисунок 5 – Относительные значения ДКВ для плоскостей коррекции, расположенных по длине симметричного ротора на одинаковых равножестких опорах (для частоты вращения 3000 об/мин)

Используя графики рисунка 5, следует определить относительные ДКВ систем грузов $\overline{P}_1$ и $\overline{P}_2$ на рабочей и резонансных частотах, а также ДКВ системы $\overline{P}_р$ на рабочей и системы $\overline{P}_к$ на резонансной частотах. Для распределенных по длине грузов эти ДКВ должны определяться как среднеарифметическое из нескольких, взятых равномерно по длине, грузов.

Для резонансной частоты ДКВ следует обозначить как a_{11}, a_{12}, $a_{1к}$ (для систем $\overline{P}_1$, $\overline{P}_2$, $\overline{P}_к$), а для рабочей частоты – как a_{21}, a_{22}, $a_{2р}$ (для систем грузов $\overline{P}_1$, $\overline{P}_2$, $\overline{P}_р$).

Грузы $\overline{P}_1$ и $\overline{P}_2$ найти из выражений:

$$\overline{P}_1 = r_п\left(\overline{P}_к a_{1к} a_{22} - \overline{P}_р a_{2р} a_{12}\right) / r_б\left(a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}\right);$$

$$\overline{P}_2 = 2r_п\left(\overline{P}_р a_{2р} a_{11} - \overline{P}_к a_{1к} a_{21}\right) / r_б\left(a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}\right), \qquad (20)$$

где $r_б$ – радиус бочки ротора;

$r_п$ – радиус балансировочных пазов ротора.

При использовании расчетных ДКВ (см. таблицы приложения 1) необходимо определить комплексные значения, соответственно, $\overline{a}_{11}$, $\overline{a}_{12}$, $\overline{a}_{1к}$, $\overline{a}_{21}$, $\overline{a}_{22}$, $\overline{a}_{2к}$. Если ДКВ приведены для единичных корректирующих масс, то ДКВ для системы грузов следует определять сложением ДКВ соответствующих единичных масс. При этом необходимо принять во внимание, что ДКВ отнесены к радиусам $r_п$ и $r_б$. Значения $\overline{P}_1$, $\overline{P}_2$ следует вычислить по формулам:

$$\overline{P}_1 = \left(\overline{P}_к \overline{a}_{1к} \overline{a}_{22} - \overline{P}_р \overline{a}_{2р} \overline{a}_{12}\right) / \left(\overline{a}_{11}\overline{a}_{22} - \overline{a}_{12}\overline{a}_{21}\right),$$

$$\overline{P}_2 = \left(\overline{P}_р \overline{a}_{2р} \overline{a}_{11} - \overline{P}_к \overline{a}_{1к} \overline{a}_{21}\right) / \left(\overline{a}_{11}\overline{a}_{22} - \overline{a}_{12}\overline{a}_{21}\right). \qquad (21)$$

Для переноса грузов можно использовать две любые симметрично расположенные пары плоскостей коррекции или участков ротора.

4.6.2 Корректирующие массы велики, необходим их перенос в связи с ограничениями, поставленными заводом-изготовителем.

Методика балансировки аналогична описанной для случая *д*.

4.6.3 Система симметричных корректирующих масс, установленная в штатные плоскости коррекции дисбаланса, не оказывает влияния на вибрацию опор ротора на рабочей частоте (нечувствительные плоскости к симметричной системе грузов).

Методика балансировки

Для переноса грузов следует воспользоваться методикой – предварительная балансировка ротора на первой резонансной частоте и распределение корректирующих масс по длине из условия сохранения вибрации на этой частоте.

При использовании расчетных ДКВ корректирующие массы для двух систем симметричных грузов $\overline{P}_к$ и $\overline{P}_р$ следует определить в соответствии с методикой балансировочных расчетов (см. подразд. 3.3). Если процедура распределения грузов по длине не приводит к желаемому результату, то пуск с распределенными грузами необходимо считать пробным, а найденные по нему ДКВ использовать для расчета корректирующих масс для всех плоскостей коррекции. В этом случае требуется повторная выемка ротора для корректировки распределенных грузов.

4.6.4 Действительные остаточные значения вибрации $\left(\overline{A}_{ост}\right)_i$ после проведения всего цикла работ, определенного описанной технологией, существенно превосходят расчетные $\overline{\varepsilon}_i$.

Причина

На вибрацию опор помимо исходного дисбаланса и балансировочных грузов влияют факторы, которые не могут быть учтены в процессе балансировки, но которые обусловливают большие погрешности при определении исходных значений вибрации $\overline{A}_{и}$, используемых в расчетах. Если в расчете используются данные вибрации нескольких пусков, то к неудовлетворительному результату балансировки может привести неправильная оценка $\overline{A}_{ік}$ даже при одном из них.

Методика балансировки

Если пуск с ошибочной оценкой значений вибрации не может быть выявлен, то процедура балансировочных пусков должна быть повторена с исключением всех причин, которые могут привести к ошибочной оценке. При повторении пусков с идентичным расположением грузов в плоскостях коррекции достоверность значений вибрации следует определять по их достаточному совпадению.

Примечание – Изменения вибрации, не связанные с установкой масс, приводящие к ошибкам в оценке вибрации $\overline{A}_{ік}$, иногда происходят даже при строгом соблюдении всех условий проведения балансировочных пусков.

В некоторых случаях стабильные значения вибрации не достигаются при длительной работе агрегата на заданном режиме. При этом балансировка невозможна без устранения причин, приводящих к нестабильности вибрации. К таким причинам можно отнести: недостаточные масляные зазоры в подшипниках, наличие жидкости в полости роторов, ослабление посадки насадных деталей, малые осевые зазоры между насадными деталями, задевания роторов о статор и т.п.

4.6.5 Повышенная вибрация одного из роторов валопровода неудовлетворительно снижается установкой корректирующих масс на нем, вызывая при этом увеличение вибрации других опор.

Причина

Дисбаланс на одном роторе вызывает повышение вибрации опор другого ротора, даже не соседнего, что определяется большой зависимостью динамических характеристик системы валопровод–опоры–фундамент от нагрузок на опоры и некоторых других причин. Пример – дисбаланс на РНД-3 турбоагрегата К-800-240-5 иногда вызывает наибольшую вибрацию на опоре № 6 (РНД-1).

4.6.6 Иногда кососимметричный дисбаланс может вызывать большую синфазную вибрацию опор на номинальной частоте вращения, что приводит к затруднениям при балансировке (неэффективность симметричных систем грузов, не дающие результата попытки переноса грузов по третьей форме и др.). Признаком возникновения этой ситуации является отсутствие на первой резонансной частоте чрезмерной вибрации.

4.7 Балансировочные грузы

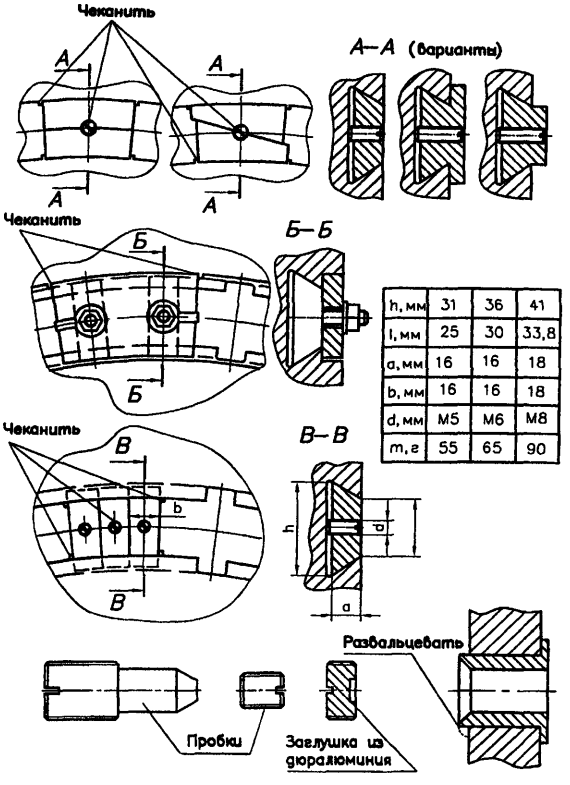
Конструкция устанавливаемых балансировочных грузов должна соответствовать требованиям завода-изготовителя.

При установке груза должен быть обеспечен упор в один из конструктивных элементов ротора (выступ, бурт, бандаж ротора генератора, рисунок 6).

Допустимая масса балансировочных грузов, устанавливаемых на центрирующее кольцо бандажа ротора генератора, определяется заводом-изготовителем. При значительном дисбалансе необходимо проверить и скорректировать положения бандажей (см. п. 3.5.6.).

При установке грузов и пробок на бочке ротора генератора для предупреждения самоотвинчивания следует выполнить их стопорение. Пробки (грузы) и заглушки следует промаркировать разными метками.

Заглушки следует устанавливать либо во все свободные отверстия, либо по крайней мере в отверстия, противоположные пробкам. Масса заглушек должна быть учтена при определении корректирующих масс.



h, мм	31	36	41
l, мм	25	30	33,8
a, мм	16	16	18
b, мм	16	16	18
d, мм	M5	M6	M8
m, г	55	65	90

Рисунок 6 – Конструкции и способы установки балансировочных грузов (наиболее распространенные варианты)

Сверление бочки ротора (диаметр, глубина и шаг) согласовываются с заводом-изготовителем. Результаты работ по установке грузов на бочке должны оформляться протоколом и чертежом развертки.

В процессе перемотки роторов генераторов проводится предварительная балансировка голой бочки. Если при этом на ней обнаруживается чрезмерный дисбаланс, то его можно компенсировать подбором материала клиньев с учетом необходимой их плотности (алюминий, аустенитная немагнитная сталь, латунь).

5 ОЦЕНКА КАЧЕСТВА БАЛАНСИРОВКИ

Качество балансировки валопроводов турбоагрегатов на месте оценивается в соответствии со следующими нормативными документами:

- ГОСТ 25364. Агрегаты паротурбинные стационарные. Нормы вибрации опор валопроводов и общие требования к проведению измерений.
- ГОСТ 27165. Агрегаты паротурбинные стационарные. Нормы вибрации валопроводов и общие требования к проведению измерений.
- ГОСТ ИСО 11342. Вибрация. Методы и критерии балансировки гибких роторов.
- ГОСТ 22061. Машины и технологическое оборудование. Система классов точности балансировки. Основные положения.

Результаты балансировки валопровода турбоагрегата на месте оцениваются с использованием двух параметров:

а) максимального значения составляющей вибрации с частотой вращения (среднеквадратическое значение виброскорости или размах виброперемещений), полученного при измерении вибрации всех опорных и опорно-упорных подшипников паротурбинного агрегата в вертикальном, горизонтально-поперечном и осевом (по отношению к оси валопровода) направлениях;

б) максимального значения размаха относительных виброперемещений валопровода с частотой вращения, выбранного из результатов измерений в двух взаимноперпендикулярных направлениях в контролируемых сечениях валопровода (вблизи подшипников).

Вибрация контролируется при следующих режимах работы турбоагрегата:

- холостого хода без возбуждения генератора (при нормальном вакууме и стационарном тепловом состоянии);
- при повышении или понижении частоты вращения валопровода от 10 Гц до номинального значения.

Согласно ГОСТ 25364 длительная эксплуатация турбоагрегатов допускается при вибрации опор подшипников, не превышающей 4,5 мм·с$^{-1}$.

Поскольку вибрация опор подшипников турбоагрегата имеет полигармонический характер, то для обеспечения ее нормативных уровней в большинстве случаев достаточно добиться, чтобы максимальное измеренное среднеквадратическое значение оборотной составляющей V_0 виброскорости опор подшипников не превышало бы значения

$$V_0 \le c_0 V_э ,$$

где $V_э$ – допустимое среднеквадратическое значение виброскорости опор подшипников паротурбинного агрегата, мм/с;

c_0 – отношение допустимого значения среднеквадратической составляющей виброскорости с частотой, равной частоте вращения, к допустимому значению среднеквадратической виброскорости полигармонической вибрации опор подшипников в соответствии с ГОСТ 25364.

Для режима холостого хода и номинальной частоты вращения валопровода c_0 находится в пределах 0,7–0,8; это значение получено в результате статистической обработки данных спектрального состава вибрации опор подшипников отечественных турбоагрегатов мощностью от 25 до 1200 МВт и соответствует рекомендациям международного стандарта ГОСТ ИСО 11342.

Исходя из этого можно сделать вывод, что результаты балансировки в большинстве случаев будут удовлетворительными, если составляющая среднеквадратического значения виброскорости с частотой вращения в режиме холостого хода без возбуждения генератора не будет превышать 3,1–3,6 мм·с$^{-1}$, что для турбин с 3000 об/мин соответствует 26–32 мкм размаха виброперемещения, а для турбин с 1500 об/мин – 52–64 мкм.

Показателем качества балансировки также является уровень вибрации опор подшипников на резонансных частотах вращения валопровода. Поскольку в этом случае вибрация опор обычно имеет синусоидальный характер, а сами резонансные частоты, как правило, не являются рабочими, для этого случая коэффициент $c_0 = 1$, то есть для резонансных скоростей $V_{ср} = V_э = 4{,}5$ мм·с$^{-1}$. Допустимый размах виброперемещения опор на резонансных частотах следует определять по графику на рисунке 7.

В составе валопроводов современных крупных турбоагрегатов, особенно с рабочей частотой 1500 об/мин, наряду с гибкими встречаются и жесткие роторы. Существующие допуски для заводской балансировки жестких роторов, а также практика их балансировки на месте установки в системе валопровода, позволяют требования, предъявляемые к балансировке валопровода, состоящего из гибких роторов, распространить и на валопроводы, имеющие в своем составе жесткие роторы.

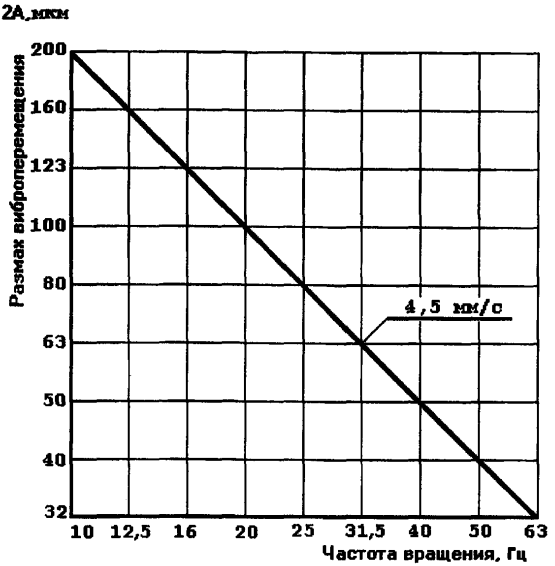


Рисунок 7 – График для определения допустимого размаха виброперемещения опор турбоагрегата на резонансных частотах

Размах абсолютных виброперемещений контактных колец в двух взаимно перпендикулярных направлениях для турбоагрегатов 3000 и 1500 об/мин соответственно после балансировки не должен быть более 200 и 250 мкм.

6 ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ (ПТБ) ПРИ БАЛАНСИРОВКЕ ВАЛОПРОВОДОВ

6.1 Персонал, участвующий в виброиспытаниях и балансировках, обязан знать соответствующие разделы ПТБ, руководствоваться ими и строго соблюдать их в практической работе.

6.2 В связи с особенностями работ по балансировке, связанными с необходимостью продления рабочего дня, нервно-психическими перегрузками, пребыванием при установке грузов во влажной среде в цилиндрах низкого давления, персонал должен быть здоров и проходить медицинский осмотр не реже 1 раза в 3 года.

6.3 Одежда не должна иметь развевающихся частей, которые могут быть захвачены вращающимися роторами. Засучивать рукава спецодежды запрещается. Волосы должны быть закрыты головным убором. Обувь должна иметь низкий каблук.

6.4 Персонал, который по роду своих обязанностей соприкасается с горячим оборудованием, должен быть обеспечен спецодеждой, спецобувью, индивидуальными средствами защиты и обязан пользоваться ими во время работы.

6.5 Персонал должен быть обучен приемам оказания первой помощи пострадавшим от электротока, удушья и других несчастных случаев.

6.6 Установка грузов на роторах турбин и генераторов и другие специальные работы при балансировке проводятся бригадой из турбинных и электрических цехов ремонтных предприятий под руководством мастера соответствующего цеха по наряду, оформленному согласно ПТБ. Специалист по вибрации в связи с особым статусом и характером участия допускается к работам по отдельному наряду или по распоряжению.

6.7 Балансировочные работы следует выполнять по программе, составленной специалистами по вибрации и утвержденной главным инженером.

6.8 При измерениях вибрации датчики и стробоскоп запрещается проносить над и под оголенным вращающимся валом.

6.9 Перед включением виброаппаратуры следует проверить напряжение в розетке. Виброаппаратура должна быть заземлена в соответствии с инструкцией по эксплуатации приборов.

6.10 Корректирующие массы должны надежно закрепляться на роторе и фиксироваться от скольжения в пазу и выпадения, не должны иметь острых кромок и заусенцев.

6.11 Для работы внутри турбины по установке грузов должна назначаться проинструктированная бригада, включающая наблюдающих за работающими через люки. Запрещается допускать к месту работы посторонних лиц.

6.12 Температура внутри цилиндра не должна быть выше 55 °С. При большей температуре необходимо обеспечить естественную вентиляцию путем открытия всех люков, а при необходимости – принудительную вентиляцию, применив передвижной компрессор. При этом следует соблюдать требования ПТЭ по недопущению разности температур цилиндров высокого и среднего давления (верх–низ, лево–право).

6.13 При установке грузов на роторах среднего и низкого давления турбины доступ к плоскостям установки грузов должен производиться по заранее подготовленной трассе с соблюдением мер безопасности, применяемых при работе в подземных сооружениях и резервуарах.

6.14 Заводы-изготовители турбин должны обеспечивать возможность безопасной установки грузов на роторах среднего и низкого давления турбин, находящихся в эксплуатации (установка скоб, трапов в цилиндрах).

6.15 Работающий внутри цилиндров низкого и среднего давления должен надеть на себя спасательный пояс с наплечными ремнями, с кольцом на пересечении ремней на спине для крепления веревки. Пояс должен подгоняться таким образом, чтобы кольцо располагалось не ниже лопаток. Применение поясов без наплечных ремней запрещается. Второй конец спасательной веревки должен быть в руках наблюдающего.

6.16 Наблюдающие не имеют права отлучаться от люка и отвлекаться на другие работы, пока внутри турбины находятся люди. Если работающий внутри турбины почувствовал себя плохо, он должен прекратить работу и выйти на поверхность. При этом наблюдающий должен оказать ему помощь.

6.17 При установке балансировочных грузов на роторе, доступ к которому при закрытом цилиндре осуществляется через ресивер, работа выполняется по наряду. Количество работников при этом определяется исходя из необходимости визуального наблюдения работающих друг за другом внутри ресивера и своевременного оказания помощи пострадавшим. Трасса должна быть освещена.

6.18 По окончании работы убедиться, не остались ли люди внутри турбины, а также удалить оставшиеся материалы, инструменты и посторонние предметы. Люки допускается закрывать только после такой проверки.

Приложение 1
(справочное)

РАСЧЕТНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЛИЯНИЯ БАЛАНСИРОВОЧНЫХ ГРУЗОВ

Расчетные ДКВ турбоагрегата К-200-130 ЛМЗ+ТГВ-200 на рабочей и резонансных частотах приведены в таблицах 1.1–1.4, расположение и нумерация плоскостей коррекции – на рисунке 1.1.

Расчетные ДКВ турбоагрегата К-300-240 ЛМЗ+ТВВ-320-2 на рабочей и резонансных частотах приведены в таблицах 1.5–1.10, расположение и нумерация плоскостей коррекции – на рисунке 1.2.

Расчетные ДКВ турбоагрегата К-300-240-2 ХТГЗ+ТГВ-300 на рабочей и резонансных частотах приведены в таблицах 1.11–1.14, расположение и нумерация плоскостей коррекции – на рисунке 1.3.

Расчетные ДКВ турбоагрегата К-500-240-2 ХТГЗ+ТГВ-500 на рабочей и резонансных частотах приведены в таблицах 1.15–1.17, расположение и нумерация плоскостей коррекции – на рисунке 1.4.

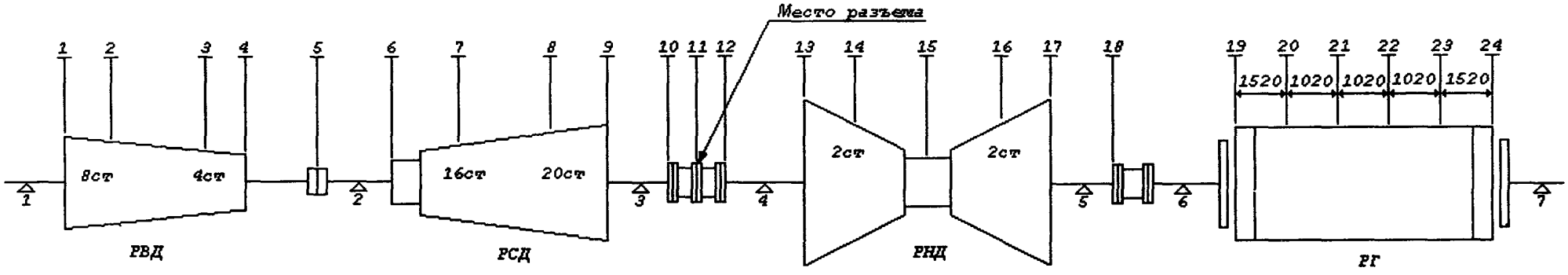
Расчетные ДКВ турбоагрегата К-500-65/3000 ХТГЗ+ТВВ-500-2 «Электросила» на рабочей и резонансных частотах приведены в таблицах 1.18–1.19, расположение и нумерация плоскостей коррекции – на рисунке 1.5 (ДКВ рассчитаны для турбоагрегата с эллиптическими подшипниками).

Расчетные ДКВ турбоагрегата К-500-60/1500 ХТГЗ+ТГВ-500-4 на рабочей частоте вращения приведены в таблице 1.20, расположение и нумерация плоскостей коррекции – на рисунке 1.6.

Расчетные ДКВ турбоагрегата К-800-240-3 ЛМЗ+ТВВ-800-2 на рабочей и резонансных частотах приведены в таблицах 1.21–1.25, расположение и нумерация плоскостей коррекции – на рисунке 1.7.

Расчетные ДКВ турбоагрегата К-1000-60/1500-1 ХТГЗ+ТВВ-1000-4 на рабочей частоте вращения приведены в таблице 1.26, расположение и нумерация плоскостей коррекции – на рисунке 1.8.

Расчетные ДКВ турбоагрегата К-1000-60/1500-2 ХТГЗ+ТВВ-1000 на рабочей частоте вращения приведены в таблице 1.27, расположение и нумерация плоскостей коррекции – на рисунке 1.9.



Номер плоскости	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Радиус плоскости, см	32,5	32,5	32,5	35,5	28,0	23,0	36,0	39,0	40,0	42,5	42,5	42,5
Номер плоскости	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Радиус плоскости, см	52,5	100,0	100,0	100,0	52,5	37,5	53,7	53,7	53,7	53,7	53,7	42,0

Рисунок 1.1 – Схема расположения плоскостей коррекции на турбоагрегате К-200-130 ЛМЗ+ТГВ-200

Таблица 1.1 – ДКВ турбоагрегата К-200-130 ЛМЗ+ТГВ-200. Частота вращения 3000 об/мин

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Вертикальная	8/57	3/164	9/209	16/219	9/232	4/254	2/246	1/151	3/96	5/94	4/99	1/139	2/244	4/268
	Поперечная	12/42	8/73	7/116	10/168	10/217	9/248	4/279	3/20	10/65	14/87	11/96	4/136	5/238	11/266
2	Вертикальная	9/237	10/224	9/214	5/187	6/67	5/68	3/183	7/214	9/231	6/270	4/292	2/333	2/43	2/78
	Поперечная	9/217	6/199	3/152	6/71	9/43	8/44	4/68	3/145	8/213	12/236	10/244	3/283	4/28	10/56
3	Вертикальная	3/114	3/135	2/160	3/208	4/248	12/227	17/217	14/210	5/84	30/50	28/54	13/79	7/130	6/182
	Поперечная	9/48	6/32	4/0	4/269	8/227	7/199	4/149	4/85	8/35	11/7	9/8	3/51	5/153	10/175
4	Вертикальная	1/263	1/262	1/264	0	1/47	3/357	4/343	3/341	2/89	12/202	17/90	22/79	21/87	17/132
	Поперечная	4/153	3/138	2/106	2/16	3/333	3/305	2/250	2/185	4/139	5/109	5/107	4/110	7/104	14/99
5	Вертикальная	5/92	3/81	1/48	2/294	4/268	6/246	5/231	2/210	5/52	14/23	16/5	17/327	25/279	51/249
	Поперечная	10/45	7/31	4/0	5/263	8/224	8/196	5/158	4/97	8/23	16/343	15/329	10/299	6/253	10/162
6	Вертикальная	3/233	2/219	1/188	1/85	3/50	3/24	2/355	1/303	3/205	6/166	6/145	5/112	6/61	12/24
	Поперечная	6/210	4/196	2/164	3/67	5/28	5/1	3/325	3/264	5/187	11/148	10/134	7/103	6/59	8/351
7	Вертикальная	4/225	3/211	1/181	2/81	4/43	4/14	2/338	2/283	3/201	7/158	7/142	5/105	4/42	9/343
	Поперечная	9/200	6/186	3/154	4/56	8/18	8/351	5/315	4/254	8/176	16/138	16/123	11/92	9/47	13/345

Окончание таблицы 1.1

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции													
		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	13–17 с	13–17 кс	19–24 с	19–24 кс
1	Вертикальная	2/297	2/51	3/81	3/92	2/255	0	1/69	2/75	2/79	1/125	2/101	5/253	2/242	3/264
	Поперечная	5/300	7/47	9/78	8/85	5/247	1/256	3/62	5/68	6/72	1/117	4/94	12/244	4/234	6/257
2	Вертикальная	1/163	2/234	2/255	2/210	1/6	0	1/179	1/186	1/192	0	1/247	3/16	1/351	1/18
	Поперечная	4/89	6/195	8/228	7/237	5/40	1/58	3/215	5/220	5/225	1/269	4/246	11/37	4/27	6/49
3	Вертикальная	5/305	13/338	9/1	7/26	4/181	1/202	2/355	4/2	4/8	1/48	7/55	15/160	3/160	5/194
	Поперечная	5/202	5/318	8/349	8/355	6/159	1/177	3/334	6/339	6/343	1/29	4/4	13/158	5/146	7/168
4	Вертикальная	18/220	33/250	18/279	12/317	4/109	1/128	2/281	4/292	5/299	3/325	5/41	38/92	3/68	7/123
	Поперечная	7/92	3/313	8/284	9/286	7/90	1/110	4/265	7/270	7/274	1/330	1/291	15/107	6/79	8/99
5	Вертикальная	29/217	28/132	37/83	42/72	12/198	5/217	5/13	12/25	16/33	9/55	15/56	61/270	7/145	20/215
	Поперечная	11/118	13/84	7/25	8/341	7/154	1/168	4/330	7/333	7/336	1/29	6/324	11/222	6/148	7/160
6	Вертикальная	7/355	5/256	8/179	14/136	43/109	21/124	12/259	35/284	48/293	34/312	8/124	13/14	18/62	76/119
	Поперечная	7/297	9/250	6/187	8/144	6/67	0	9/247	6/243	5/236	3/93	5/128	10/30	8/75	3/47
7	Вертикальная	7/310	5/257	6/161	17/134	36/348	32/309	21/256	28/186	49/152	69/121	10/127	16/23	52/91	97/317
	Поперечная	10/291	13/239	10/174	13/130	9/46	2/300	8/240	10/227	8/206	8/94	8/114	15/15	16/69	7/347

Таблица 1.2 – ДКВ турбоагрегата К-200-130 ЛМЗ+ТГВ-200. Частота вращения 2100 об/мин. Вертикальная составляющая вибрации

Номер опоры	Номер плоскости коррекции													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	11/150	16/161	20/166	21/171	8/180	4/124	9/111	11/110	9/113	2/150	1/211	0	0	2/141
2	15/153	19/147	20/144	20/138	6/117	6/116	13/134	16/140	13/150	4/203	4/248	2/282	2/297	1/275
3	18/106	23/102	26/99	25/96	6/106	11/177	21/165	24/159	18/143	10/66	9/48	5/58	3/66	2/15
4	3/201	4/206	4/210	4/216	2/257	3/289	5/281	5/277	1/277	7/74	11/68	13/64	9/85	15/178
5	1/215	1/165	2/154	3/147	2/140	2/150	3/162	3/173	1/243	6/304	8/298	10/278	17/242	40/219
6	1/351	1/329	1/305	1/269	1/216	1/192	0	0	1/4	2/3	2/0	2/352	4/339	7/330
7	1/292	2/283	1/270	1/220	1/125	2/101	2/85	1/65	1/306	4/274	5/268	5/259	5/247	4/221

Окончание таблицы 1.2

Номер опоры	Номер плоскости коррекции													
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	13–17 с	13–17 кс	19–24 с	19–24 кс
1	2/156	1/176	1/236	1/285	0	0	0	0	0	0	1/194	1/85	0	1/87
2	2/159	3/148	2/147	1/149	0	0	0	0	1/97	1/116	1/206	4/313	1/132	1/290
3	3/324	5/311	2/306	1/307	0	0	0	0	0	1/265	3/15	4/94	0	1/79
4	24/208	30/222	13/242	7/279	1/43	1/74	0	1/222	2/237	3/249	6/207	22/72	2/273	4/60
5	33/203	23/173	14/84	19/59	2/150	0	2/339	3/354	4/6	4/27	7/194	30/252	3/55	5/190
6	4/331	1/19	4/102	6/88	12/70	4/140	9/220	15/235	18/243	14/259	3/41	5/319	3/305	26/75
7	2/127	6/80	5/55	8/29	20/268	18/241	11/201	13/131	25/97	36/76	2/322	20/245	16/62	56/261

Таблица 1.3 – ДКВ турбоагрегата К-200-130 ЛМЗ+ТГВ-200. Частота вращения 1620 об/мин. Вертикальная составляющая вибрации

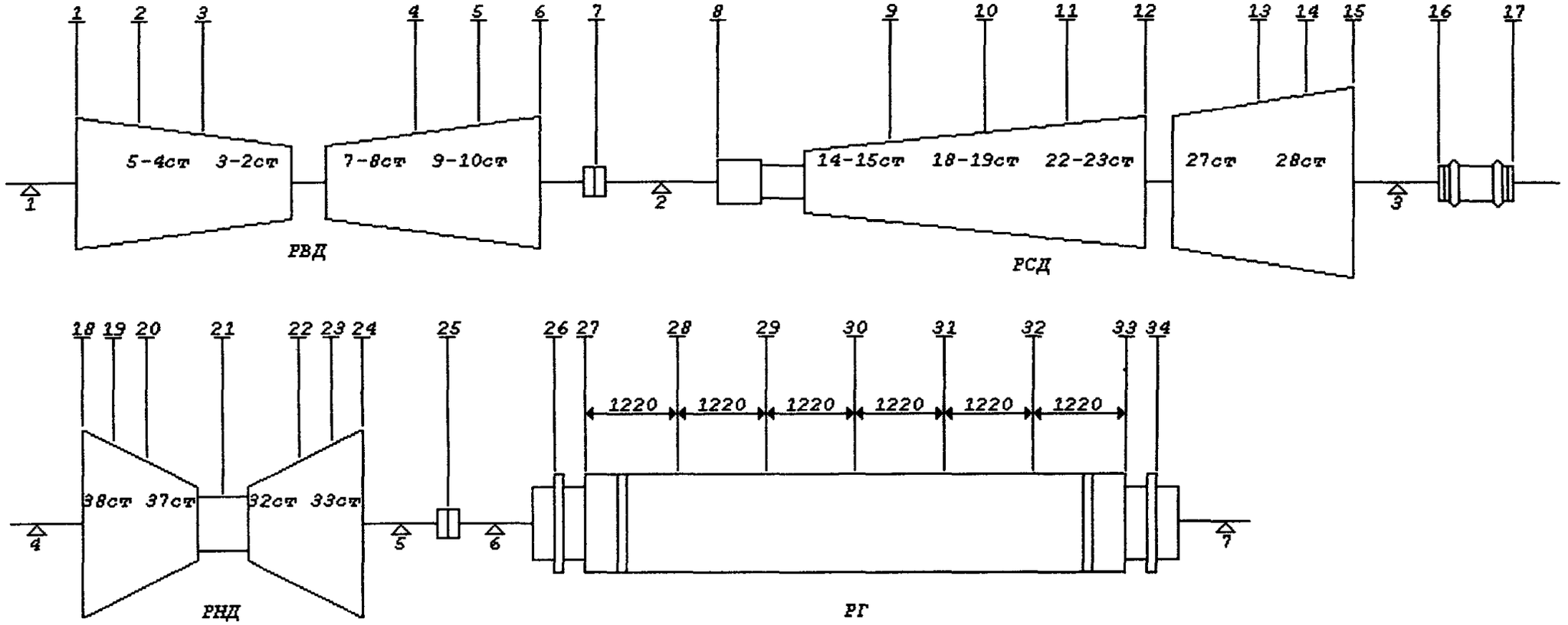
Номер опоры	Номер плоскости коррекции													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	11/80	13/84	13/86	13/89	4/100	2/258	5/273	6/279	4/291	2/351	2/23	1/38	0	1/265
2	3/87	4/78	4/73	5/69	3/63	4/72	5/81	5/86	4/97	1/153	1/189	1/201	0	1/90
3	9/282	12/275	13/272	14/268	5/256	9/92	19/87	24/85	21/82	9/75	5/68	2/55	2/7	7/352
4	2/0	2/353	2/347	2/339	1/288	2/179	3/168	3/163	2/141	3/23	5/20	5/42	10/124	41/147
5	3/258	4/257	4/256	4/255	1/250	3/77	6/75	7/74	5/70	2/291	5/262	7/225	19/176	62/160
6	1/261	1/262	0	0	0	1/96	1/110	1/125	0	1/247	1/252	2/257	4/264	11/269
7	1/99	1/90	1/80	1/60	0	1/283	1/269	1/260	0	1/105	2/97	2/91	2/92	2/100

Номер опоры	Номер плоскости коррекции													
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	13–17 с	13–17 кс	19–24 с	19–24 кс
1	2/258	2/256	1/258	1/263	0	0	0	0	0	0	1/278	1/63	0	1/304
2	1/78	1/72	1/67	0	0	0	0	0	0	0	1/95	1/223	0	0
3	8/350	7/350	2/353	0	0	0	0	0	1/85	1/99	4/1	1/41	0	1/277
4	47/153	47/159	16/173	5/217	1/255	1/252	1/247	0	1/87	1/79	24/154	12/32	0	2/257
5	66/153	61/145	18/123	8/54	2/75	1/40	1/296	2/287	3/286	3/287	33/151	17/235	2/332	5/94
6	10/275	7/290	3/24	7/53	6/53	5/197	11/212	15/217	17/220	12/227	4/306	7/245	6/221	18/49
7	1/201	3/255	3/261	7/262	15/225	16/215	10/203	4/151	10/65	21/46	2/233	11/87	6/49	35/226

Таблица 1.4 – **ДКВ турбоагрегата К-200-130 ЛМЗ+ТГВ-200. Частота вращения 1140 об/мин. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Номер плоскости коррекции													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	5/43	5/44	5/45	4/46	1/54	0	1/195	1/199	1/203	1/208	1/211	0	0	0
2	1/70	2/67	2/65	2/64	2/64	2/73	2/82	2/87	2/99	1/127	1/141	0	0	0
3	2/203	3/201	3/199	3/193	1/169	3/78	5/65	7/61	7/58	6/54	4/53	1/55	0	3/225
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/62	2/59	3/62	6/69	13/76
5	1/41	1/35	1/30	1/22	1/1	1/317	1/298	1/288	1/268	1/224	2/199	2/161	4/112	14/89
6	0	1/17	1/11	1/3	0	0	0	0	0	0	1/86	1/156	2/133	4/120
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/63	2/65

Номер опоры	Номер плоскости коррекции													
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	13–17 с	13–17 кс	19–24 с	19–24 кс
1	1/37	1/40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/228	0	0
2	1/330	1/331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3/227	3/229	1/231	0	0	0	0	0	0	0	1/225	1/62	0	0
4	12/81	10/88	3/106	1/161	0	1/108	1/104	1/101	1/100	1/96	8/82	4/40	1/110	0
5	17/81	19/75	9/67	5/60	2/342	5/333	6/332	6/331	6/331	3/333	12/80	7/219	5/337	0
6	4/110	4/96	1/41	2/358	12/148	30/152	35/154	36/155	32/156	16/160	2/104	2/181	28/155	5/11
7	2/64	2/60	1/30	1/317	18/165	37/158	41/154	40/151	34/147	14/130	2/60	1/138	31/150	10/216



Номер плоскости	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Радиус плоскости, см	33,5	33,5	33,5	36,0	36,0	36,0	28,5	38,0	40,0	40,0	40,0	40,0	100,0	100,0	80,0	42,0	42,0
Номер плоскости	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Радиус плоскости, см	60,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	80,0	38,5	40,0	45,0	107,5	107,5	107,5	107,5	107,5	45,0	40,0

Рисунок 1.2 – Схема расположения плоскостей коррекции на турбоагрегате К-300-240 ЛМЗ+ТВВ-320-2

Таблица 1.5 – **ДКВ турбоагрегата К-300-240 ЛМЗ+ТВВ-320-2. Частота вращения 3000 об/мин**

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Вертикальная	2/58	1/173	3/201	6/221	6/213	5/124	2/229	2/20	1/51	1/89	1/151	1/172	4/192
	Поперечная	5/316	2/22	4/93	10/112	10/114	9/115	4/119	5/331	8/342	7/348	3/357	4/7	4/89
	Осевая	2/45	2/78	2/122	3/168	3/186	3/192	2/232	3/291	3/313	2/325	1/353	1/33	4/99
2	Вертикальная	14/277	15/271	15/265	6/227	5/194	5/158	13/108	21/114	16/142	11/170	9/217	10/243	33/274
	Поперечная	4/331	4/4	5/28	5/71	5/82	4/95	4/163	11/199	11/205	8/200	3/217	1/257	11/18
	Осевая	3/259	3/277	2/300	2/15	2/31	2/43	3/84	5/119	4/137	2/152	1/196	1/246	6/289
3	Вертикальная	11/167	9/173	6/182	5/306	6/317	7/322	11/327	18/301	21/277	18/255	12/247	9/226	21/158
	Поперечная	11/129	8/120	5/100	7/353	8/327	9/322	10/307	9/284	5/245	3/200	4/147	5/130	15/111
	Осевая	5/295	4/305	2/325	3/79	4/87	5/90	6/97	10/80	12/65	10/57	6/41	4/17	11/292
4	Вертикальная	7/226	5/226	3/226	4/44	5/43	6/42	7/38	10/20	9/3	6/353	3/330	1/274	10/192
	Поперечная	3/258	2/240	1/198	3/111	3/106	3/101	3/85	1/75	1/216	2/225	2/229	2/231	4/236
	Осевая	7/21	5/13	3/354	5/219	6/214	7/210	7/198	7/177	4/154	2/124	2/42	3/14	12/352
5	Вертикальная	6/111	5/97	4/74	4/337	4/325	5/317	5/288	4/233	4/164	4/143	4/125	4/114	6/80
	Поперечная	3/136	2/117	2/85	2/3	3/354	3/348	2/319	1/218	3/153	3/144	3/138	2/134	2/120
	Осевая	12/348	9/342	6/330	6/189	8/180	9/175	11/159	13/125	12/90	9/70	6/37	6/7	19/313
6	Вертикальная	12/150	9/141	6/122	7/358	8/349	9/343	10/323	12/288	10/254	8/233	5/200	5/173	14/124
	Поперечная	15/123	11/114	7/95	9/330	11/322	12/316	13/293	14/263	12/225	9/201	7/167	7/144	18/103
	Осевая	2/200	1/195	1/184	1/39	1/31	1/26	2/11	2/340	2/314	2/300	1/275	1/248	2/171
7	Вертикальная	8/187	6/176	4/155	5/38	6/29	7/23	7/2	8/326	6/288	5/263	4/226	3/202	10/161
	Поперечная	3/129	3/120	2/102	2/339	2/329	3/323	3/303	3/265	3/227	2/205	2/175	2/154	4/111
	Осевая	7/71	5/59	4/35	5/285	6/275	6/269	6/246	7/206	5/163	4/137	4/104	4/84	9/47

Продолжение таблицы 1.5

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции												
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	Вертикальная	4/198	3/212	2/249	1/263	1/15	2/17	2/16	2/10	1/343	0	1/220	1/221	0
	Поперечная	7/128	9/154	14/171	5/206	6/326	11/342	10/348	6/11	4/79	5/110	6/143	5/169	1/236
	Осевая	5/110	1/126	4/150	1/254	2/307	3/316	2/322	1/68	3/119	3/123	3/128	1/134	–
2	Вертикальная	36/284	23/305	20/352	10/44	9/104	12/119	9/127	3/187	8/276	11/284	9/295	6/309	1/357
	Поперечная	16/21	15/26	15/34	5/72	7/173	11/186	10/190	5/200	3/314	5/340	6/359	5/15	1/68
	Осевая	7/297	5/311	4/340	2/60	3/98	4/101	3/101	1/81	3/291	4/289	3/288	2/286	1/314
3	Вертикальная	27/137	27/111	37/96	24/120	16/141	17/143	12/141	3/33	14/346	18/344	14/343	8/354	2/54
	Поперечная	16/104	9/86	7/34	4/45	3/200	8/214	8/217	7/226	5/241	3/255	2/356	3/41	1/112
	Осевая	16/276	17/260	26/258	29/285	29/304	35/311	27/315	6/5	21/115	29/121	24/127	14/139	4/231
4	Вертикальная	14/182	14/164	26/132	46/111	36/104	31/98	17/90	19/297	47/288	55/287	36/226	16/295	5/357
	Поперечная	4/240	1/267	2/321	6/267	3/332	7/32	8/43	11/58	11/70	10/74	4/92	2/244	1/293
	Осевая	13/345	10/328	16/300	27/235	10/251	17/170	22/153	32/133	36/121	34/116	16/99	8/49	16/123
5	Вертикальная	5/50	5/334	17/295	31/277	43/271	60/271	51/270	18/268	18/94	31/93	33/93	24/102	7/162
	Поперечная	1/78	3/308	10/286	16/259	12/244	9/230	5/210	8/85	17/70	19/67	13/59	7/24	2/347
	Осевая	22/296	21/270	40/241	53/230	49/209	54/191	42/177	29/105	53/59	62/51	44/38	19/23	17/144
6	Вертикальная	15/107	12/69	22/9	38/330	38/303	45/289	35/279	16/209	36/144	45/134	37/119	34/87	38/136
	Поперечная	18/86	13/46	23/334	38/291	24/250	27/206	26/180	34/132	44/107	45/99	24/75	19/336	13/352
	Осевая	2/148	2/112	5/58	10/23	9/333	13/301	13/286	12/247	13/210	14/197	9/168	8/135	15/191
7	Вертикальная	11/146	8/112	12/51	19/11	22/354	29/349	23/347	6/337	13/167	19/162	19/152	24/102	43/65
	Поперечная	4/92	3/46	6/330	10/285	6/237	8/183	9/161	11/126	13/103	12/94	5/64	7/315	9/281
	Осевая	9/31	6/353	10/285	14/237	18/232	23/235	19/239	7/280	13/9	18/15	16/15	26/329	53/307

Окончание таблицы 1 5

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции										
		27	28	29	30	31	32	33	34	18–24 кс	26–34 с	26–34 кс
1	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	1/217	1/223	2/26	1/240	1/12
	Поперечная	1/271	2/339	2/356	2/12	1/71	2/156	3/173	3/177	11/324	4/189	3/340
	Осевая	–	–	–	–	–	–	–	–	5/307	1/136	–
2	Вертикальная	1/56	2/123	2/134	2/143	0	2/303	4/312	3/314	18/108	4/321	3/125
	Поперечная	1/105	2/183	2/200	2/214	1/264	2/3	3/18	3/21	13/176	4/31	3/185
	Осевая	–	–	1/83	1/99	–	–	1/261	1/265	7/103	1/282	1/53
3	Вертикальная	2/73	2/145	3/131	3/204	2/245	2/325	4/356	4/2	30/151	6/20	3/148
	Поперечная	1/135	1/189	2/216	1/241	1/298	1/9	2/33	2/38	4/191	3/60	2/191
	Осевая	5/240	6/280	6/303	3/337	3/62	7/102	9/120	8/125	53/305	8/156	10/281
4	Вертикальная	4/9	3/75	4/133	5/160	4/190	3/257	6/305	6/314	72/105	10/333	4/79
	Поперечная	1/295	0	1/112	1/115	1/119	0	1/288	1/290	5/298	3/291	0
	Осевая	19/128	20/140	13/155	5/214	11/302	19/320	20/332	17/337	25/268	10/44	32/141
5	Вертикальная	7/177	6/232	6/279	6/311	5/355	6/56	9/93	9/101	77/272	14/127	9/234
	Поперечная	1/332	3/194	3/183	4/177	2/161	3/18	6/5	7/3	24/241	9/359	4/192
	Осевая	22/146	25/150	16/152	3/164	13/329	24/331	26/333	22/353	92/213	5/7	39/149
6	Вертикальная	45/146	50/168	39/190	23/230	25/312	47/48	38/7	52/13	75/301	14/58	79/169
	Поперечная	12/14	17/80	22/105	20/121	10/159	15/260	30/283	31/287	48/253	33/305	28/82
	Осевая	19/195	19/206	12/216	4/276	10/10	10/26	19/36	16/40	18/341	8/111	30/216
7	Вертикальная	46/62	34/52	11/16	17/264	31/244	33/232	20/207	14/186	40/344	37/84	51/51
	Поперечная	9/276	4/255	4/150	7/116	7/101	4/67	5/342	6/326	12/241	14/298	6/241
	Осевая	58/305	42/301	12/273	19/136	38/126	42/121	24/109	13/96	32/214	42/316	65/301

Таблица 1.6 – **ДКВ турбоагрегата К-300-240 ЛМЗ+ТВВ-320-2. Частота вращения 2640 об/мин. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Номер плоскости коррекции																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1/117	1/199	2/237	4/256	4/259	4/261	2/274	1/307	1/308	1/299	0	0	–	–	1/152	1/150	1/252	1/282
2	21/258	21/254	19/250	8/217	5/174	6/126	15/86	24/85	14/98	6/127	6/223	10/242	–	–	28/266	15/295	9/23	12/56
3	6/75	5/90	4/111	6/190	7/201	8/208	8/224	17/216	21/204	18/198	12/189	9/178	–	–	21/40	32/32	19/60	12/84
4	5/207	3/205	2/201	3/33	4/29	4/26	5/19	7/0	7/344	5/336	3/326	1/311	–	–	9/125	22/88	48/69	38/79
5	7/35	5/30	3/18	4/238	6/230	7/226	7/214	9/197	6/178	4/161	2/114	2/66	–	–	10/356	14/315	23/276	39/237
6	3/43	2/37	1/26	2/248	2/240	2/234	2/221	3/200	2/176	2/156	1/114	1/81	–	–	3/5	3/304	6/252	5/242
7	3/115	2/110	2/99	2/320	3/312	3/307	3/294	4/274	3/252	2/232	1/189	1/53	–	–	4/77	5/24	8/335	11/310

Номер опоры	Номер плоскости коррекции																	
	18–24 кс	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	26–34 с	26–34 кс
1	2/283	–	–	0	–	–	1/103	1/114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	23/59	–	–	2/120	–	–	11/241	7/251	1/360	1/27	3/56	3/69	2/85	1/168	2/232	4/244	4/247	4/262	4/55
3	22/98	–	–	4/318	–	–	11/292	5/293	0	1/94	2/106	2/110	1/116	0	2/285	3/289	3/290	2/295	3/105
4	79/72	–	–	29/213	–	–	42/246	16/259	3/62	5/68	7/76	6/82	3/94	2/239	7/254	10/259	9/260	6/270	12/76
5	60/246	–	–	40/203	–	–	22/81	17/65	7/144	8/153	8/172	5/194	2/262	5/332	8/353	8/8	7/13	6/76	13/169
6	16/243	–	–	3/64	–	–	11/63	20/69	49/99	57/102	54/112	33/126	12/191	30/273	52/289	57/299	49/302	20/21	96/111
7	17/297	–	–	7/288	–	–	6/95	15/30	46/0	53/359	48/353	26/345	6/244	29/183	47/175	48/169	40/167	12/53	85/354

Таблица 1.7 – **ДКВ турбоагрегата К-300-240 ЛМЗ+ТВВ-320-2. Частота вращения 2040 об/мин. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Номер плоскости коррекции												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	9/246	11/251	13/254	16/260	15/261	13/262	5/271	0	2/179	3/189	4/197	4/201	9/210
2	25/217	29/214	31/211	30/203	26/200	22/197	6/154	9/96	9/144	10/170	12/189	13/193	35/212
3	9/118	11/118	12/119	12/122	10/124	9/127	3/167	8/211	12/196	12/189	11/182	10/177	18/162
4	3/11	3/344	4/320	6/280	7/274	7/269	5/252	5/242	4/254	2/273	2/327	2/360	10/28
5	6/253	6/238	5/221	6/162	6/150	7/141	6/112	7/89	5/77	3/60	1/341	2/300	12/280
6	1/245	1/237	1/227	0	0	0	1/89	1/60	1/34	0	0	0	1/185
7	4/332	4/323	3/310	3/221	3/204	3/193	4/169	6/149	5/135	3/123	2/97	1/63	6/358

Окончание таблицы 1 7

Номер опоры	Номер плоскости коррекции											
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	9/215	4/231	3/307	2/326	1/329	1/329	1/326	1/167	1/157	2/157	1/157	0
2	34/218	19/234	14/284	13/300	8/308	6/318	4/332	4/100	9/116	11/119	7/123	3/141
3	15/152	6/100	13/28	7/18	4/359	6/350	5/346	4/340	2/330	1/323	0	0
4	12/33	10/40	17/42	26/37	6/64	18/196	28/202	46/208	57/210	58/211	32/213	8/225
5	14/276	11/270	13/264	18/246	43/198	84/189	86/186	78/176	62/168	53/163	19/133	9/53
6	1/275	1/257	1/229	0	2/245	5/244	5/244	4/246	2/256	1/350	3/50	12/54
7	7/345	6/327	8/300	10/263	13/239	20/232	18/229	11/224	2/216	1/35	6/26	16/353

Номер опоры	Номер плоскости коррекции											
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	18–24 кс	26–34 с	26–34 кс
1	0	0	0	0	0	0	0	1/134	1/136	3/333	0	1/310
2	2/278	3/281	3/290	2/300	1/329	1/83	3/103	3/111	3/112	15/306	1/130	5/287
3	1/309	1/312	1/320	1/328	0	0	1/132	1/140	1/142	5/1	0	2/317
4	3/337	4/342	4/349	2/355	0	2/169	4/173	5/176	4/176	37/37	2/217	8/348
5	5/85	5/90	4/108	2/135	2/193	2/252	4/279	4/296	4/301	38/223	3/26	8/101
6	22/73	24/77	20/92	13/118	9/178	14/230	21/254	23/270	21/275	6/236	8/356	42/84
7	39/320	45/318	44/310	31/299	14/269	17/163	38/139	51/130	48/128	19/228	13/89	86/314

Таблица 1.8 – **ДКВ турбоагрегата К-300-240 ЛМЗ+ТВВ-320-2. Частота вращения 1800 об/мин. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Номер плоскости коррекции												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	28/195	33/201	38/205	45/214	42/216	39/218	17/227	5/213	9/134	12/127	14/124	14/124	36/123
2	33/166	29/161	45/157	52/147	49/145	45/143	21/131	11/116	9/153	9/176	10/193	11/201	29/212
3	13/47	15/46	17/46	19/46	17/46	14/47	4/62	10/200	17/200	17/200	15/199	14/198	24/195
4	3/207	3/198	4/193	6/182	5/180	5/178	2/166	1/36	3/5	4/1	4/359	4/358	11/358
5	3/153	4/133	4/117	6/85	6/78	6/73	4/47	4/353	5/134	5/297	5/282	5/273	13/257
6	1/310	1/303	1/292	0	1/169	1/161	1/142	1/124	1/109	1/98	1/77	1/56	1/359
7	2/205	2/199	2/192	1/150	1/126	1/101	1/43	3/17	4/3	3/355	2/345	2/335	3/296

Окончание таблицы 1.8

Номер опоры	Номер плоскости коррекции											
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	33/123	15/123	1/134	1/84	2/164	5/181	5/187	5/199	5/211	5/216	2/229	0
2	28/217	16/227	8/261	5/272	3/285	4/302	3/316	2/13	3/56	3/65	2/81	1/146
3	18/193	3/163	13/26	7/25	4/346	7/342	7/317	7/305	7/297	6/295	3/288	1/276
4	10/359	6/3	6/27	13/35	16/166	47/180	55/183	66/188	69/192	67/193	34/198	8/223
5	13/251	8/235	8/219	17/220	48/178	96/170	100/167	97/160	85/153	77/149	32/136	9/78
6	2/341	2/318	3/300	5/290	8/262	13/253	12/249	9/237	5/210	3/176	4/90	13/58
7	3/265	3/214	6/184	8/173	10/169	14/169	13/169	7/175	2/227	3/290	5/316	11/303

Номер опоры	Номер плоскости коррекции											
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	18–24 кс	26–34 с	26–34 кс
1	1/67	1/69	1/79	1/96	0	1/227	1/245	1/254	1/256	3/101	0	2/72
2	2/220	2/222	2/230	1/242	0	1/26	2/41	2/48	2/50	6/276	0	4/225
3	1/294	1/296	1/302	1/311	0	0	1/112	1/119	1/121	4/25	0	3/298
4	4/299	4/301	4/302	2/293	1/187	3/144	4/138	5/134	4/134	22/40	1/205	8/307
5	5/86	6/90	5/103	3/125	2/180	3/240	4/265	5/279	4/283	32/219	2/33	10/94
6	20/61	21/63	15/72	7/102	7/199	14/227	20/237	21/245	18/248	12/265	3/14	38/64
7	21/277	24/274	24/266	18/256	9/230	8/134	19/111	27/90	26/88	15/158	6/53	47/272

Таблица 1.9 – **ДКВ турбоагрегата К-300-240 ЛМЗ+ТВВ-320-2. Частота вращения 1560 об/мин. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Номер плоскости коррекции												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	35/130	38/133	41/135	42/140	38/142	34/143	13/149	4/339	15/351	17/355	19/358	19/0	44/4
2	15/95	18/87	20/82	25/71	24/70	23/69	12/73	14/133	26/158	29/164	31/168	31/170	72/173
3	12/323	15/321	17/319	19/315	17/313	15/311	5/291	14/158	27/151	30/149	31/147	30/147	66/145
4	3/80	3/77	4/75	4/68	4/66	3/64	1/35	3/274	6/266	7/265	7/265	6/265	13/266
5	3/268	4/279	5/286	7/295	7/297	6/298	3/301	3/136	9/134	10/135	11/136	12/137	28/140
6	1/242	1/241	1/241	0	0	0	1/57	1/47	1/22	0	0	1/273	2/255
7	1/119	1/107	1/93	1/36	1/23	1/13	1/338	1/289	1/258	1/244	1/232	1/224	3/309

Окончание таблицы 1.9

Номер опоры	Номер плоскости коррекции											
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	40/6	18/14	5/89	3/105	3/42	5/21	5/15	6/4	5/354	5/350	3/238	1/300
2	66/175	30/181	6/245	4/258	6/207	10/197	10/194	9/187	8/180	7/176	3/159	2/85
3	59/144	24/141	5/359	4/339	3/315	7/201	8/199	9/197	8/195	8/195	4/194	1/175
4	11/267	4/278	5/41	11/67	40/125	86/132	92/134	97/138	93/143	88/145	42/150	9/176
5	26/141	13/148	7/202	16/182	55/130	114/123	120/120	124/115	117/110	110/108	52/101	11/71
6	2/250	2/241	2/228	5/218	8/203	14/198	13/195	10/187	7/167	5/147	4/73	10/36
7	3/200	1/176	2/118	3/110	4/129	7/137	7/141	6/153	5/175	4/188	3/228	5/264

Номер опоры	Номер плоскости коррекции											
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	18–24 кс	26–34 с	26–34 кс
1	1/302	1/304	1/315	1/339	0	1/94	1/112	1/122	1/126	3/91	0	2/303
2	2/93	2/95	2/107	1/336	1/210	1/249	2/264	2/274	2/277	2/233	0	4/95
3	0	0	0	0	0	0	0	1/295	0	2/339	0	1/124
4	3/237	3/237	2/216	2/163	2/127	3/112	3/102	3/92	3/88	18/42	1/169	5/252
5	4/25	4/26	4/41	3/69	3/105	3/136	4/160	4/179	4/185	27/200	2/81	8/16
6	13/36	13/37	7/45	2/154	8/203	13/209	16/213	14/216	12/217	11/217	1/14	25/37
7	11/260	12/259	13/256	10/253	6/246	1/151	7/86	12/80	12/49	6/99	2/72	23/260

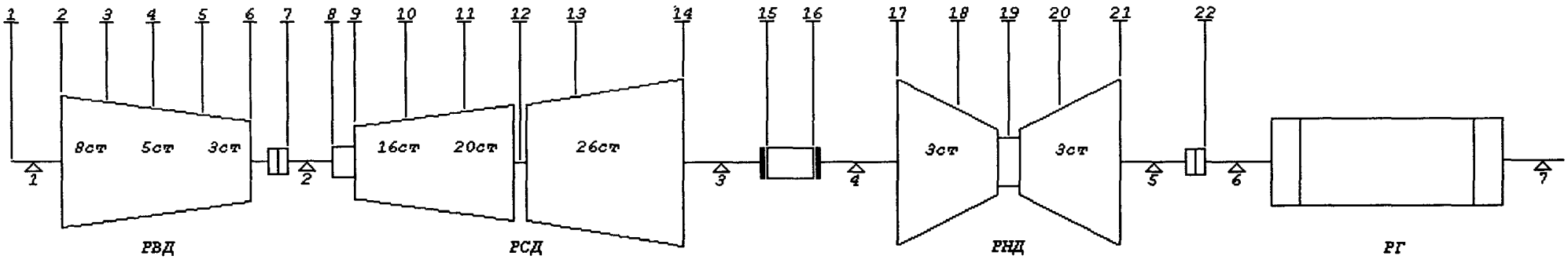
Таблица 1.10 – **ДКВ турбоагрегата К-300-240 ЛМЗ+ТВВ-320-2. Частота вращения 930 об/мин. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Номер плоскости коррекции												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	11/40	10/40	10/40	7/40	6/41	6/41	2/44	1/85	1/145	1/155	1/158	1/139	–
2	4/26	4/27	5/27	8/28	8/28	8/29	7/29	10/30	10/31	10/32	9/32	8/33	–
3	0	0	0	0	0	0	1/88	2/60	3/54	4/52	4/51	4/50	–
4	0	0	0	0	0	0	0	1/170	1/168	1/165	1/158	1/153	–
5	0	0	0	1/207	1/204	1/201	0	0	1/112	1/99	1/90	1/86	–
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	–
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	–

Окончание таблицы 1.10

Номер опоры	Номер плоскости коррекции											
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	–	1/156	1/149	0	0	–	–	1/250	–	–	0	0
2	–	7/36	1/60	1/123	1/135	–	–	2/146	–	–	1/161	0
3	–	6/48	3/46	1/52	1/73	–	–	1/95	–	–	1/103	0
4	–	1/88	3/44	8/37	14/37	–	–	22/37	–	–	8/38	2/35
5	–	1/72	1/62	2/32	10/26	–	–	28/25	–	–	17/24	6/22
6	–	0	0	1/21	2/338	–	–	6/328	–	–	4/331	2/37
7	–	0	0	1/324	2/324	–	–	5/323	–	–	3/315	2/246

Номер опоры	Номер плоскости коррекции											
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	18–24 кс	26–34 с	26–34 кс
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/76	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/41	0	0
4	1/341	1/335	2/324	2/319	2/317	2/316	2/315	1/314	1/314	6/36	2/327	0
5	2/276	3/269	6/261	7/259	8/258	8/258	7/260	4/262	3/263	6/202	6/268	1/51
6	9/105	12/107	18/111	22/114	23/116	22/118	19/121	12/126	9/128	1/137	18/116	4/25
7	7/175	10/170	15/163	18/159	19/156	19/153	16/149	11/142	8/139	1/106	15/155	5/256



Номер плоскости	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Радиус плоскости, см	23,0	32,5	32,5	32,5	32,5	40,0	23,0	31,8	44,5	40,0	40,0
Номер плоскости	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Радиус плоскости, см	44,5	68,5	64,5	37,5	37,5	64,5	68,5	44,5	68,5	64,5	40,0

Рисунок 1.3 – Схема расположения плоскостей коррекции на турбоагрегате К-300-240-2 ХТГЗ+ТГВ-300

Таблица 1.11 – **ДКВ турбоагрегата К-300-240-2 ХТГЗ+ТГВ-300. Частота вращения 3000 об/мин**

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Вертикальная	12/56	4/80	2/170	5/216	8/222	12/229	4/254	3/317	4/333	3/344	2/356
	Поперечная	10/338	3/14	3/87	5/127	7/136	11/146	4/186	3/277	5/302	5/317	4/331
2	Вертикальная	6/312	12/263	13/255	12/248	12/242	10/226	10/90	17/91	19/101	13/115	8/144
	Поперечная	6/273	3/251	2/214	2/141	3/122	4/107	4/85	5/105	8/119	8/127	7/134
3	Вертикальная	7/182	8/161	8/154	6/143	5/134	3/86	7/331	12/286	20/263	19/249	18/237
	Поперечная	15/126	11/104	8/86	5/48	5/14	10/332	10/286	9/260	8/240	5/204	5/154
4	Вертикальная	2/256	2/251	2/249	1/243	1/233	1/85	2/63	3/35	5/21	5/11	4/2
	Поперечная	6/201	5/179	3/163	2/129	2/96	4/50	4/360	4/330	4/305	3/274	3/240
5	Вертикальная	5/198	4/181	3/170	2/147	2/114	3/47	4/358	5/326	7/307	5/289	5/271
	Поперечная	10/138	7/116	5/101	4/67	3/33	6/345	7/297	7/268	7/245	5/218	5/185
6	Вертикальная	3/271	3/250	2/236	1/204	1/168	2/118	2/70	3/41	3/21	2/357	2/327
	Поперечная	4/197	3/176	2/161	2/128	1/93	3/44	3/356	3/327	3/305	2/280	2/249
7	Вертикальная	4/253	3/234	2/219	2/188	1/151	3/100	3/53	3/25	4/5	3/373	2/314
	Поперечная	3/180	3/159	2/144	1/111	1/76	2/27	2/339	2/310	3/288	2/262	2/231

Окончание таблицы 1.11

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции										
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Вертикальная	1/118	2/145	5/177	3/198	2/218	1/312	1/16	1/42	1/82	2/168	2/208
	Поперечная	2/23	3/55	9/140	8/167	6/187	3/282	4/351	2/16	3/51	5/139	5/183
2	Вертикальная	9/237	18/250	21/292	11/343	8/12	4/103	4/184	2/218	4/254	320	5/5
	Поперечная	3/157	3/184	12/311	12/330	9/347	5/83	6/151	3/175	4/209	7/300	8/344
3	Вертикальная	11/201	13/146	31/74	29/65	20/77	9/148	5/251	4/296	8/325	11/13	8/57
	Поперечная	8/104	13/94	10/24	10/343	9/354	5/91	7/159	4/179	5/208	7/308	9/353
4	Вертикальная	2/339	1/305	8/139	19/97	31/89	39/111	23/185	15/222	30/250	34/301	20/351
	Поперечная	3/189	5/176	5/81	7/16	8/1	11/54	13/97	7/110	8/132	11/261	17/302
5	Вертикальная	3/219	4/192	8/75	16/17	24/355	37/300	32/248	16/221	24/183	39/110	27/84
	Поперечная	5/128	8/113	8/19	13/315	17/296	13/271	7/122	7/106	15/98	11/71	8/21
6	Вертикальная	2/266	3/209	3/154	5/92	8/72	8/36	4/318	3/274	5/244	6/176	13/100
	Поперечная	2/190	3/174	4/79	6/16	8/356	8/322	4/224	3/188	6/167	5/111	9/3
7	Вертикальная	2/250	3/232	7/138	7/78	10/59	12/22	6/317	4/274	7/238	8/168	16/69
	Поперечная	2/183	3/157	3/61	5/358	7/338	6/304	3/203	3/169	5/149	4/92	7/346

Таблица 1.12 – **ДКВ турбоагрегата К-300-240-2 ХТГЗ+ТГВ-300. Частота вращения 1980 об/мин. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Номер плоскости коррекции										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	4/48	16/143	21/148	25/152	26/153	33/157	8/175	3/205	2/190	1/133	2/95
2	9/234	28/165	34/159	39/154	41/152	50/147	12/118	8/79	8/90	6/112	6/142
3	1/49	8/63	10/64	11/65	11/66	13/67	1/115	6/204	12/203	13/201	13/200
4	1/168	1/185	1/190	1/198	0	0	0	1/342	1/342	1/342	1/343
5	1/327	0	1/135	1/137	1/138	2/140	1/150	1/194	1/223	1/240	1/253
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Окончание таблицы 1.12

Номер опоры	Номер плоскости коррекции										
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	4/84	7/83	5/89	1/120	0	0	1/110	1/116	1/122	1/147	0
2	8/179	14/186	12/210	4/246	3/271	2/277	1/225	1/203	1/185	1/154	0
3	11/196	14/193	5/51	10/34	7/42	3/21	5/311	4/306	7/304	5/301	1/306
4	1/357	1/11	2/113	5/103	7/100	7/137	10/228	8/241	15/250	13/270	4/301
5	1/274	2/280	2/318	5/318	7/299	19/216	34/187	22/180	32/173	16/137	7/59
6	0	0	0	0	0	2/294	3/290	2/291	3/293	1/19	5/49
7	0	0	0	1/200	1/191	3/185	2/187	1/192	1/219	2/340	4/318

Таблица 1.13 – **ДКВ турбоагрегата К-300-240-2 ХТГЗ+ТГВ-300. Частота вращения 1560 об/мин. Вертикальная составляющая вибрации**

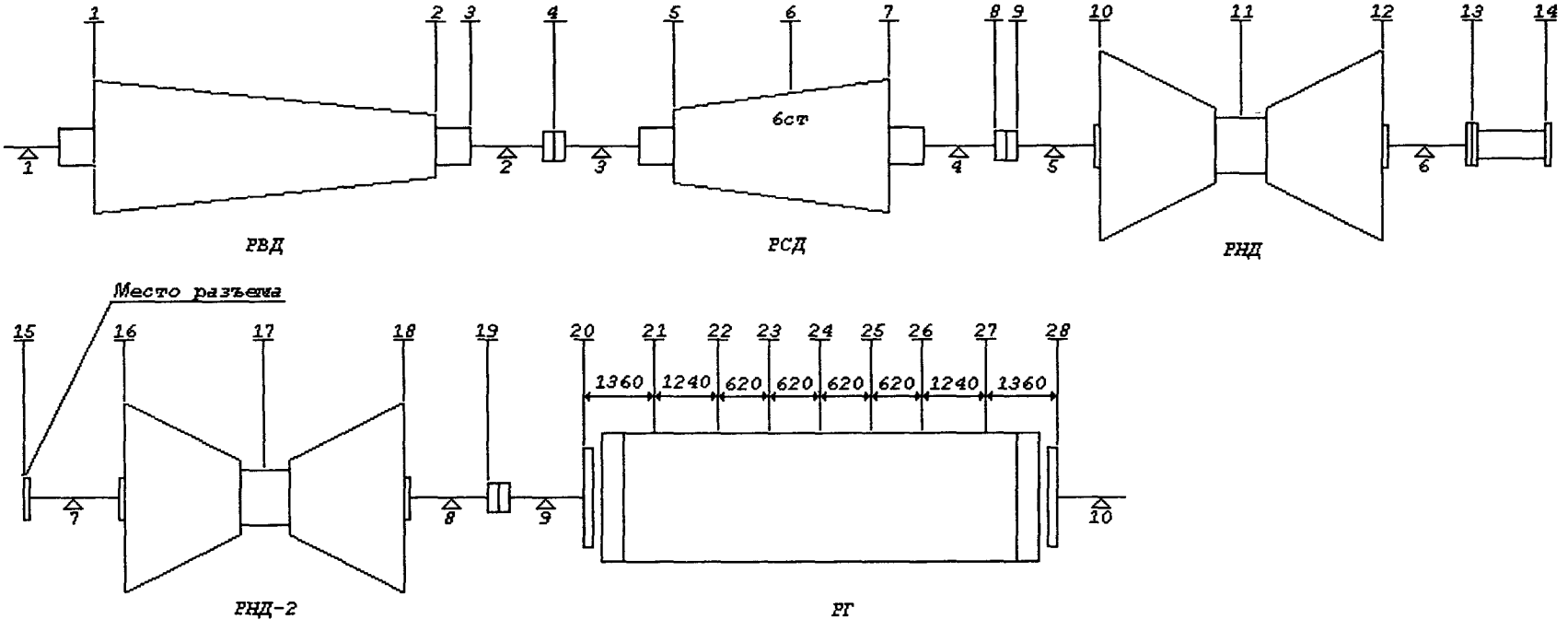
Номер опоры	Номер плоскости коррекции										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	7/81	13/96	14/100	15/103	15/105	17/108	4/129	1/139	1/18	3/360	4/358
2	4/162	8/111	9/103	10/96	11/93	14/87	5/73	3/104	5/161	7/183	9/193
3	2/3	12/324	15/321	17/319	18/317	22/315	6/296	12/160	31/159	38/156	45/154
4	1/259	1/212	1/200	1/189	1/182	2/172	1/134	1/48	2/8	2/355	3/346
5	1/276	3/261	4/259	4/258	4/257	5/254	1/225	3/117	7/108	8/105	10/104
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Номер опоры	Номер плоскости коррекции										
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	6/358	10/358	7/5	1/29	0	1/340	1/320	1/318	1/316	1/312	0
2	12/201	19/203	12/211	2/241	1/288	1/181	2/170	2/169	3/168	2/166	0
3	53/152	79/151	37/147	3/23	6/347	5/302	8/277	5/275	8/272	5/269	1/264
4	3/335	5/331	5/300	6/275	6/309	51/45	103/54	58/56	92/58	46/64	15/74
5	10/103	15/102	3/117	9/261	7/230	88/106	90/101	62/100	97/99	65/95	18/84
6	0	0	0	0	0	2/212	4/218	3/221	4/223	2/251	3/5
7	0	0	0	0	0	1/106	1/117	1/120	1/123	1/142	1/195

Таблица 1.14 – **ДКВ турбоагрегата К-300-240-2 ХТГЗ+ТГВ-300. Частота вращения 1380 об/мин. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Номер плоскости коррекции										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	13/56	23/61	23/63	23/64	23/65	26/68	6/82	2/121	2/173	2/222	3/243
2	3/115	7/90	8/86	9/84	10/82	13/80	6/79	9/99	14/111	14/118	15/124
3	2/270	6/235	7/232	8/228	8/227	10/223	4/199	7/108	17/88	21/82	25/79
4	0	0	0	1/4	1/6	1/8	0	1/238	2/232	3/231	3/230
5	0	1/140	1/136	1/133	1/131	1/126	0	1/28	1/11	1/4	1/359
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Номер опоры	Номер плоскости коррекции										
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	5/255	8/263	6/279	2/310	1/332	0	1/181	0	1/183	1/188	0
2	16/132	24/134	13/148	3/203	1/251	0	1/58	1/63	2/66	1/77	0
3	31/76	47/75	29/70	5/54	1/358	2/277	2/261	1/257	2/253	1/231	0
4	4/230	6/230	3/240	2/359	6/16	21/30	25/38	18/41	26/44	12/56	2/97
5	1/354	3/353	1/342	2/169	4/136	21/75	39/60	27/56	42/53	32/45	9/31
6	0	0	0	0	0	2/194	3/196	2/196	2/196	0	3/24
7	0	0	0	0	0	1/150	1/157	0	1/166	0	1/265



Номер плоскости	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Радиус плоскости, см	31,7	40,0	25,0	39,5	45,5	43,0	47,0	51,0	51,0	63,5	63,5	63,5	53,7	45,0
Номер плоскости	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Радиус плоскости, см	55,9	63,5	55,5	63,5	51,0	22,2	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	22,2

Рисунок 1.4 – Схема расположения плоскостей коррекции на турбоагрегате К-500-240-2 ХТГЗ+ТГВ-500

Таблица 1.15 – **ДКВ турбоагрегата К-500-240-2 ХТГЗ+ТГВ-500. Частота вращения 3000 об/мин**

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Вертикальная	1/25	5/165	1/192	1/228	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	2/295	12/86	3/103	2/135	0	0	0	0	0	0	0
2	Вертикальная	3/173	2/162	2/355	4/356	0	1/314	1/314	0	0	0	0
	Поперечная	4/82	2/66	3/265	4/266	0	0	0	0	0	0	0
3	Вертикальная	1/320	1/334	0	2/5	0	3/168	3/175	1/209	0	0	0
	Поперечная	1/215	1/240	1/298	5/277	2/319	7/76	8/86	2/115	1/117	1/349	1/11
4	Вертикальная	0	0	0	0	9/174	8/168	2/19	9/359	8/0	1/61	3/165
	Поперечная	0	0	0	1/154	9/82	7/75	2/286	8/271	7/273	2/10	3/63
5	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	2/26	9/27	10/28	18/101	34/143
	Поперечная	0	0	0	0	0	1/310	1/305	4/310	5/311	14/346	16/13
6	Вертикальная	0	0	0	0	6/145	6/144	2/175	16/180	20/177	63/161	59/150
	Поперечная	0	0	0	0	2/23	2/23	1/84	5/76	6/72	20/40	21/21
7	Вертикальная	0	0	0	0	1/169	1/168	0	3/205	3/202	10/185	8/171
	Поперечная	0	0	0	0	0	0	0	1/140	1/136	3/103	3/76
8	Вертикальная	0	0	0	0	1/357	1/356	0	3/32	4/30	10/15	8/5
	Поперечная	0	0	0	0	1/275	1/275	0	2/327	2/324	5/295	5/277
9	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/40	1/30
	Поперечная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы 1.15

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции										
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Вертикальная	1/143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	1/26	1/59	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Вертикальная	4/180	3/195	2/201	2/201	0	1/27	1/33	0	0	0	0
	Поперечная	3/87	2/123	1/134	1/136	0	0	1/338	0	0	0	0
5	Вертикальная	45/150	30/172	16/177	18/178	1/253	5/7	8/13	3/20	0	1/245	0
	Поперечная	16/31	9/69	4/81	5/83	1/221	2/278	3/289	1/308	0	0	0
6	Вертикальная	43/137	14/61	9/45	10/46	3/121	5/178	7/189	3/202	0	1/66	0
	Поперечная	19/4	9/320	5/314	5/314	1/13	1/82	2/104	1/130	0	0	0
7	Вертикальная	5/148	16/30	14/34	17/37	26/128	52/155	63/163	25/173	2/36	5/38	3/54
	Поперечная	3/43	9/310	11/314	14/316	23/11	33/43	38/56	16/80	0	2/310	2/316
8	Вертикальная	4/344	22/182	31/176	41/175	58/163	41/148	25/122	14/20	1/263	3/254	2/269
	Поперечная	3/253	12/91	18/81	23/80	35/59	29/35	23/9	12/301	1/322	3/351	2/7
9	Вертикальная	0	1/201	1/196	1/195	2/183	1/154	1/60	6/12	5/23	12/35	7/50
	Поперечная	0	1/119	2/109	2/108	3/84	2/49	2/9	7/312	7/359	25/21	22/33
10	Вертикальная	0	1/208	2/202	3/201	4/190	2/175	1/144	2/344	4/218	20/207	19/203
	Поперечная	0	0	0	1/154	1/142	1/136	0	3/204	5/186	15/194	12/192

Окончание таблицы 1 15

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции											
		23	24	25	26	27	28	10–12 с	10–12 кс	16–18 с	16–18 кс	20–28 с	20–28 кс
1	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	1/137	0	0	0	0	0
	Поперечная	0	0	0	0	0	0	2/12	1/244	0	0	0	0
4	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	4/160	5/15	1/26	1/220	0	0
	Поперечная	0	0	0	0	0	0	5/58	4/304	1/325	1/174	0	0
5	Вертикальная	0	0	0	1/38	1/55	0	57/141	38/358	7/6	8/196	0	1/248
	Поперечная	0	0	0	0	0	0	27/10	12/267	3/277	2/124	0	0
6	Вертикальная	0	0	0	0	1/236	0	104/151	29/198	9/172	7/32	0	1/69
	Поперечная	0	0	0	0	0	0	37/23	12/107	2/71	2/317	0	0
7	Вертикальная	2/77	2/130	3/173	4/191	7/207	3/223	14/172	6/216	87/153	44/2	1/233	4/41
	Поперечная	1/324	1/340	1/25	1/79	2/111	1/124	5/77	3/152	56/39	27/273	1/116	1/313
8	Вертикальная	1/292	1/342	1/23	2/42	3/59	1/75	14/7	7/30	79/151	43/186	1/64	2/258
	Поперечная	2/15	1/27	1/67	1/156	2/186	2/197	8/280	4/329	53/39	27/100	1/248	2/352
9	Вертикальная	4/68	3/122	4/179	7/199	12/215	5/230	1/21	0	2/161	2/199	2/313	10/36
	Поперечная	18/40	12/54	6/95	9/167	25/201	15/213	1/306	0	4/53	3/126	10/237	22/22
10	Вертикальная	16/200	11/196	4/180	4/49	20/27	13/23	1/32	0	5/179	3/207	9/15	18/207
	Поперечная	8/191	4/188	1/53	6/17	15/14	8/12	0	0	1/140	0	3/7	13/194

Таблица 1.16 – **ДКВ турбоагрегата К-500-240-2 ХТГЗ+ТГВ-500. Частота вращения 1980 об/мин. Вертикальная составляющая вибрации**

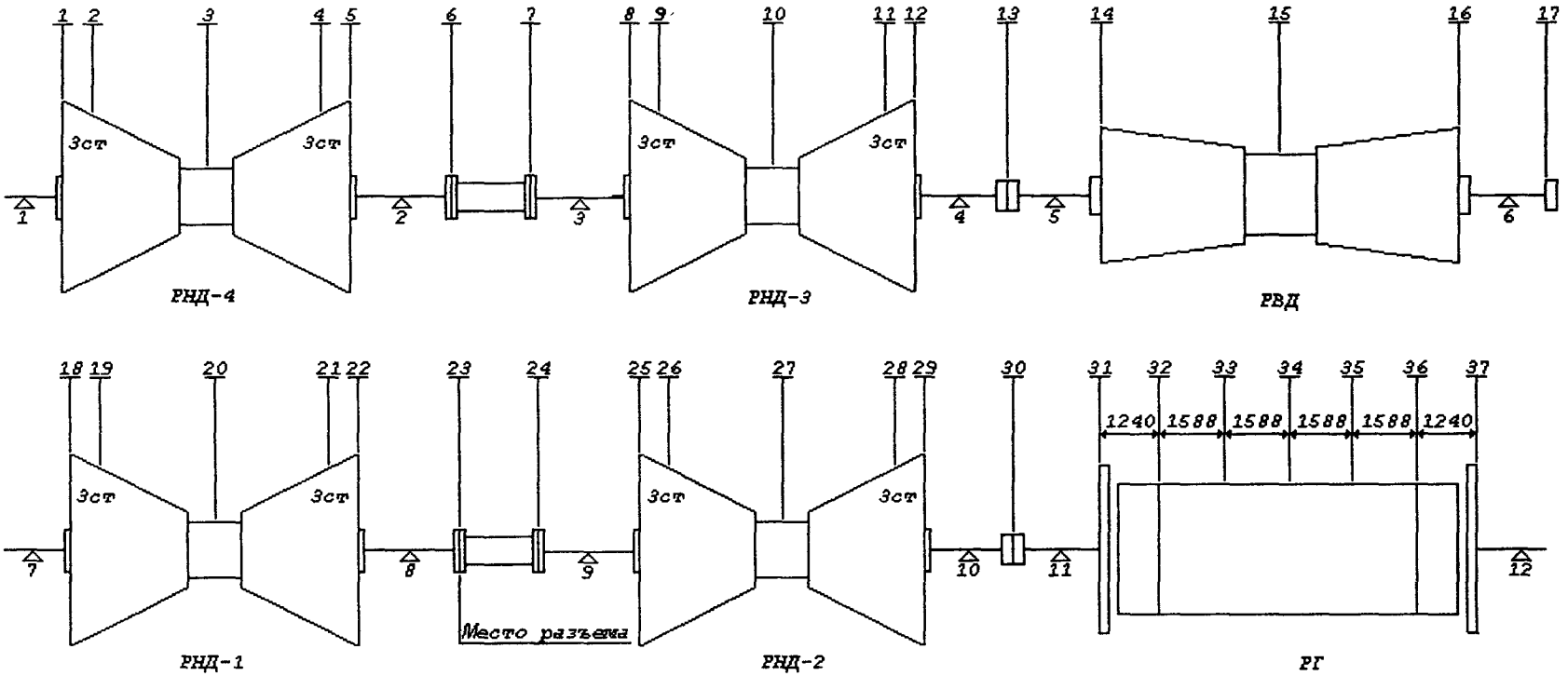
Номер опоры	Номер плоскости коррекции																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	37/112	62/119	14/128	7/147	7/104	10/105	8/108	1/121	1/123	2/305	2/311	2/317	1/333	0	0	0	0
2	59/116	91/112	18/105	6/74	8/93	12/101	10/106	1/121	1/124	2/302	2/308	2/314	1/330	0	0	0	0
3	4/202	4/203	1/345	6/360	31/150	47/156	37/160	6/174	4/177	8/356	9/2	8/8	3/24	1/42	1/48	1/154	1/169
4	12/103	18/100	4/106	3/156	37/153	42/170	24/144	7/15	8/13	13/12	12/17	10/22	3/39	1/59	1/67	1/198	2/207
5	4/290	7/287	1/292	1/339	14/341	17/340	13/347	19/17	21/18	48/22	45/27	38/32	13/48	4/67	4/73	5/199	6/210
6	5/313	7/311	1/317	1/5	5/4	17/3	12/5	10/44	11/44	38/35	54/28	60/25	38/27	21/38	25/41	18/79	16/93
7	1/65	1/63	0	0	2/117	2/116	1/123	2/194	2/194	4/153	7/108	11/88	44/54	64/52	85/51	145/54	144/58
8	1/125	1/123	0	0	3/177	3/176	2/183	2/233	2/233	6/214	7/189	8/165	27/82	43/73	58/72	113/63	127/56
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/99	1/98	2/85	2/74
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/58	1/49	1/41

Номер опоры	Номер плоскости коррекции																
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	10–12 с	10–12 кс	16–18 с	16–18 кс	20–28 с	20–28 кс
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3/311	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4/308	0	1/112	0	0	0
3	1/176	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16/2	2/282	2/166	0	0	0
4	2/212	1/227	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22/16	4/346	3/205	0	0	0
5	6/216	2/232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85/27	12/350	11/208	2/91	0	0
6	14/102	4/127	0	1/193	1/167	0	0	1/193	1/79	1/61	0	98/29	23/190	32/89	7/31	0	1/210
7	130/62	40/75	3/132	6/132	5/108	4/90	5/70	5/52	6/37	7/14	3/352	14/105	10/246	275/58	25/7	2/65	6/152
8	123/53	49/48	5/75	9/80	7/74	6/67	5/56	4/38	3/8	5/314	3/288	13/187	6/292	237/75	24/177	3/33	8/89
9	2/66	2/28	1/15	1/21	0	1/167	1/179	1/183	2/186	2/191	1/198	0	0	4/75	1/197	0	2/16
10	1/36	1/220	1/201	3/193	3/188	3/185	2/181	1/172	1/1350	2/24	2/14	0	0	2/430	0	1/5	3/196

Таблица 1.17 – **ДКВ турбоагрегата К-500-240-2 ХТГЗ+ТГВ-500. Частота вращения 1860 об/мин. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Номер плоскости коррекции															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	21/31	28/37	5/49	2/83	6/348	6/351	6/354	1/17	1/22	1/178	1/184	1/190	0	0	0	0
2	15/36	26/32	7/28	5/22	7/308	9/309	7/315	1/334	1/339	1/137	1/142	1/148	0	0	0	0
3	2/297	4/299	1/318	2/353	34/96	44/100	32/104	5/127	3/132	5/288	4/294	4/299	1/316	0	0	0
4	9/348	16/345	4/399	0	59/101	73/98	52/94	7/62	5/52	7/301	7/299	5/300	1/308	0	0	0
5	3/157	5/153	1/149	0	18/271	22/269	15/273	9/355	11/360	23/12	20/15	15/19	3/37	1/59	1/65	1/194
6	2/188	3/184	1/179	0	13/301	16/298	11/298	3/360	3/12	15/21	24/14	29/10	19/8	9/10	10/11	2/34
7	0	0	0	0	1/64	1/62	1/63	0	0	1/158	1/78	2/44	12/10	17/8	23/8	34/9
8	0	0	0	0	1/129	1/127	1/127	0	0	1/213	1/202	1/195	1/47	4/30	5/28	18/16
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/75
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Номер опоры	Номер плоскости коррекции															
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	10–12 с	10–12 кс	16–18 с	16–18 кс	20–28 с	20–28 кс
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2/183	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2/141	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8/293	1/256	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13/301	2/305	1/124	0	0	0
5	1/203	1/209	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38/15	9/360	2/201	0	0	0
6	1/67	1/127	1/190	0	0	0	0	0	0	0	0	43/14	15/180	2/49	2/19	0	0
7	28/11	21/14	3/36	0	1/136	0	0	1/4	1/360	1/357	1/357	2/68	2/206	55/11	13/360	0	1/157
8	27/11	32/9	19/9	3/17	5/22	2/29	1/44	1/154	2/189	3/195	5/201	2/202	0	49/12	14/181	1/0	6/21
9	3/43	4/34	13/12	7/10	8/12	1/175	7/184	11/186	14/187	17/187	19/189	0	0	5/42	3/203	2/7	13/10
10	0	0	1/194	1/188	3/187	1/185	2/184	1/182	1/177	0	2/9	0	0	0	0	0	3/187



Номер плоскости	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Радиус плоскости, см	62,4	65,2	64,0	65,2	62,4	56,0	56,0	62,4	65,2	64,0	65,2	62,4	56,0	51,5	51,5	51,5	56,0	62,4	65,2
Номер плоскости	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
Радиус плоскости, см	64,0	65,2	62,4	56,0	56,0	62,4	65,2	64,5	65,2	62,4	56,0	43,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	43,7	

Рисунок 1.5 – Схема расположения плоскостей коррекции на турбоагрегате К-500-65/3000 ХТГЗ+ТВВ-500-2 «Электросила»

Таблица 1.18 – **ДКВ турбоагрегата К-500-65/3000 ХТГЗ+ТВВ-500-2 «Электросила». Частота вращения 3000 об/мин**

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Вертикальная	27/116	25/136	23/154	22/174	22/203	22/257	14/277	6/45	5/75	5/102	6/127	6/154	6/205
	Поперечная	10/15	6/22	3/38	2/126	5/177	9/208	6/242	6/326	4/347	2/27	3/80	5/111	6/154
2	Вертикальная	25/209	22/186	20/165	20/142	22/114	24/84	15/94	6/200	5/231	4/265	5/298	7/326	7/14
	Поперечная	11/198	2/194	5/22	11/20	18/21	19/39	13/72	11/154	7/176	2/217	6/269	10/299	12/342
3	Вертикальная	4/325	3/297	2/249	3/206	4/179	9/100	15/90	20/118	20/138	19/154	19/170	18/193	13/246
	Поперечная	5/304	2/289	1/207	3/149	5/137	5/101	5/42	8/6	5/12	3/27	1/104	4/165	6/208
4	Вертикальная	6/158	4/135	3/103	3/61	4/23	8/294	12/252	19/189	19/168	19/151	20/135	19/115	15/87
	Поперечная	6/130	2/115	1/22	3/333	6/323	5/287	4/218	5/168	1/144	2/18	5/4	8/360	8/23
5	Вертикальная	3/264	1/245	1/191	1/132	2/109	3/49	3/356	5/302	3/282	2/253	2/206	3/164	10/92
	Поперечная	5/224	2/206	1/131	3/75	5/60	5/15	4/312	6/259	3/238	2/180	3/125	6/104	6/55
6	Вертикальная	1/71	1/49	0	1/306	1/280	2/212	2/160	3/104	2/84	2/60	2/27	2/344	6/249
	Поперечная	3/31	2/13	1/298	2/242	3/227	3/183	3/120	4/67	2/48	1/349	2/291	4/271	4/225
7	Вертикальная	2/160	1/142	1/76	1/17	2/359	2/309	3/251	4/197	2/177	1/139	2/83	3/250	5/349
	Поперечная	2/104	1/86	0	1/317	2/302	2/255	2/193	3/140	2/120	1/70	1/12	3/347	3/295
8	Вертикальная	2/326	1/308	1/245	1/185	2/167	2/115	3/57	3/3	2/344	1/309	2/256	3/219	5/154
	Поперечная	3/282	1/264	1/192	1/135	3/120	3/73	3/11	3/318	2/298	1/247	2/189	3/165	4/113
9	Вертикальная	1/72	1/54	0	1/287	1/271	1/222	1/162	2/108	1/88	1/43	1/346	2/318	3/261
	Поперечная	2/25	1/8	0	1/239	2/223	1/176	2/115	3/62	2/42	1/354	1/295	3/269	3/217
10	Вертикальная	2/229	1/211	0	1/84	2/67	2/19	2/319	3/266	1/246	1/202	1/144	2/115	3/59
	Поперечная	3/204	2/186	1/115	2/57	3/42	3/355	2/294	5/240	3/220	1/172	2/113	4/88	6/35
11	Вертикальная	2/251	1/243	1/172	1/104	2/89	2/42	2/340	2/288	1/268	1/221	1/163	2/136	3/82
	Поперечная	4/236	2/215	1/154	2/90	4/74	4/27	4/326	5/273	3/259	2/205	3/146	5/120	6/67
12	Вертикальная	1/325	1/307	0	1/180	1/163	1/116	1/56	2/2	1/342	1/296	1/235	2/209	2/156
	Поперечная	2/270	1/252	1/183	1/123	2/107	2/60	2/359	3/306	2/286	1/230	2/180	3/154	4/101

Продолжение таблицы 1.18

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции											
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	Вертикальная	2/328	2/28	3/68	2/113	2/188	1/214	1/249	1/288	2/320	2/7	2/50	1/102
	Поперечная	2/262	2/329	3/12	3/55	3/125	2/149	1/185	2/228	3/260	3/307	2/350	2/41
2	Вертикальная	2/129	2/193	3/234	3/278	3/350	2/16	1/51	2/92	2/124	3/171	2/214	2/265
	Поперечная	5/90	5/157	6/200	7/243	6/312	4/338	3/13	3/55	5/88	5/134	5/178	4/229
3	Вертикальная	3/23	4/77	5/109	4/152	2/234	2/265	2/299	2/333	3/1	3/46	2/88	2/143
	Поперечная	3/312	3/20	4/66	4/110	4/178	3/202	2/237	2/281	3/314	4/2	3/46	3/96
4	Вертикальная	3/181	3/241	4/277	3/320	2/41	2/71	1/105	2/140	2/169	2/215	2/257	2/311
	Поперечная	3/125	3/193	4/238	5/281	4/350	3/14	2/50	2/93	4/126	4/173	4/217	3/267
5	Вертикальная	15/119	17/145	14/170	9/215	4/326	4/1	4/27	5/49	5/72	5/115	3/151	2/218
	Поперечная	4/6	2/51	3/138	5/185	5/246	4/265	2/297	2/348	4/27	5/76	5/121	4/169
6	Вертикальная	11/149	15/126	14/110	9/93	3/137	2/168	2/202	2/236	2/264	2/306	2/340	1/39
	Поперечная	1/129	2/4	4/349	4/5	4/70	3/92	2/124	2/170	3/206	3/255	3/300	3/350
7	Вертикальная	5/251	5/206	5/165	11/106	24/112	25/131	24/146	24/161	23/183	17/228	10/258	5/347
	Поперечная	2/192	2/127	3/86	3/32	5/349	3/358	2/13	1/55	2/124	3/184	3/235	3/278
8	Вертикальная	6/60	7/23	5/353	7/237	25/189	26/175	24/164	22/151	19/128	15/90	10/97	4/154
	Поперечная	2/10	3/299	3/259	3/211	3/126	2/84	2/42	3/16	4/360	4/14	4/59	4/104
9	Вертикальная	2/159	2/110	2/69	3/349	6/288	5/272	4/253	3/225	4/176	11/98	17/90	19/117
	Поперечная	2/117	2/57	3/12	3/309	4/248	3/230	2/204	2/161	3/113	5/55	7/22	6/12
10	Вертикальная	2/321	2/275	2/231	3/149	7/94	6/80	5/66	4/43	3/353	10/253	16/229	20/184
	Поперечная	3/296	3/235	4/190	5/131	7/67	6/49	4/19	4/336	5/291	8/235	10/201	5/171
11	Вертикальная	2/344	2/290	2/244	3/175	5/116	4/100	3/81	2/50	3/357	6/278	9/253	9/212
	Поперечная	4/325	4/269	5/224	6/162	9/99	7/82	5/57	4/17	6/330	10/226	12/237	9/208
12	Вертикальная	2/59	1/2	2/317	2/252	4/193	3/178	2/156	2/119	2/65	4/359	6/335	5/305
	Поперечная	2/1	2/302	3/258	3/195	5/131	4/114	3/90	3/51	3/4	6/297	8/267	6/230

Продолжение таблицы 1.18

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции											
		26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
1	Вертикальная	1/130	1/181	1/225	1/248	2/277	1/320	1/4	1/136	1/177	1/179	1/271	1/307
	Поперечная	1/68	1/120	1/165	2/188	2/216	1/259	1/302	1/27	1/67	1/117	2/210	1/246
2	Вертикальная	1/293	1/344	1/29	2/52	2/81	1/124	1/167	1/279	1/319	1/342	1/75	1/111
	Поперечная	2/256	2/307	3/353	4/15	4/44	2/87	3/130	2/214	2/255	2/305	3/38	3/74
3	Вертикальная	1/172	1/223	1/265	2/287	2/316	1/359	1/45	2/224	3/265	1/219	1/313	1/347
	Поперечная	2/123	1/174	2/220	3/243	3/272	2/324	2/357	2/69	2/110	1/172	2/265	2/301
4	Вертикальная	1/340	1/31	1/73	2/96	2/125	1/168	1/213	3/239	5/279	1/28	1/121	1/156
	Поперечная	2/294	1/346	2/31	3/54	3/83	2/126	2/168	2/244	3/285	2/343	2/76	2/112
5	Вертикальная	1/254	1/299	2/333	2/354	2/24	1/69	1/124	1/201	2/235	1/297	2/30	1/59
	Поперечная	2/194	2/246	2/294	4/317	4/346	2/28	3/70	2/164	3/206	2/245	3/337	3/15
6	Вертикальная	1/75	1/125	1/159	1/179	1/207	1/248	1/297	1/18	1/52	0	1/211	1/239
	Поперечная	2/17	1/68	2/114	3/138	3/166	1/210	2/252	2/343	2/25	1/67	2/159	2/196
7	Вертикальная	4/28	4/62	6/87	7/107	5/137	1/177	1/317	3/347	3/12	1/103	4/170	3/185
	Поперечная	2/300	1/355	2/47	3/18	3/93	2/138	2/183	2/269	2/314	2/359	2/86	2/123
8	Вертикальная	3/193	3/236	4/267	5/287	4/315	1/353	1/86	2/161	2/187	1/246	3/344	2/358
	Поперечная	3/128	1/183	2/233	4/254	4/279	2/323	2/10	2/97	3/141	2/186	3/274	3/310
9	Вертикальная	19/141	19/159	20/176	20/196	12/230	1/243	7/111	9/98	5/119	4/277	12/291	6/298
	Поперечная	4/17	1/32	1/152	4/177	5/197	3/244	5/282	3/352	4/51	4/97	4/169	4/221
10	Вертикальная	22/162	22/146	23/131	21/113	14/92	3/95	2/80	4/257	3/284	1/272	3/121	3/103
	Поперечная	2/90	4/23	8/15	12/9	10/19	4/59	6/110	5/185	7/231	4/284	7/8	6/103
11	Вертикальная	7/184	7/158	8/133	9/106	10/54	4/153	32/186	46/192	20/202	18/8	42/11	16/16
	Поперечная	4/161	5/94	8/66	12/52	11/15	10/357	20/6	17/66	22/151	14/178	11/227	8/311
12	Вертикальная	4/286	3/258	2/211	4/167	6/88	13/34	34/21	13/1	9/240	23/204	23/185	6/90
	Поперечная	3/189	3/137	5/107	8/88	6/31	9/319	19/298	13/262	14/162	13/121	11/80	7/350

Окончание таблицы 1.18

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции											
		1–5 с	1–5 кс	8–12 с	8–12 кс	14–16 с	14–16 кс	18–22 с	18–22 кс	25–29 с	25–29 кс	31–37 с	31–37 кс
1	Вертикальная	36/153	34/75	7/103	10/8	3/27	3/282	3/248	3/165	1/181	3/85	2/313	0
	Поперечная	5/34	15/9	3/25	10/309	3/327	4/222	2/184	5/104	1/123	4/24	3/252	0
2	Вертикальная	32/166	35/248	6/265	12/172	3/192	4/86	2/50	5/328	1/344	4/248	2/116	0
	Поперечная	7/26	29/200	6/215	20/138	6/155	9/49	4/12	10/291	2/307	8/212	5/80	1/219
3	Вертикальная	3/254	8/342	31/153	24/69	6/76	5/326	2/300	5/207	1/223	3/124	2/352	0
	Поперечная	1/220	11/310	4/25	11/359	4/18	6/275	3/236	7/158	2/174	6/79	3/307	1/86
4	Вертикальная	4/109	9/177	31/152	23/243	5/238	5/131	2/105	4/15	1/31	3/293	2/161	0
	Поперечная	1/34	12/136	3/21	13/175	4/191	7/87	3/49	7/330	2/346	6/250	4/118	1/257
5	Вертикальная	1/200	5/276	3/256	8/319	27/143	13/60	6/29	7/283	2/299	4/194	2/63	0
	Поперечная	1/142	9/232	2/183	11/272	3/48	7/347	3/295	9/229	2/246	8/153	5/21	1/158
6	Вертикальная	1/9	3/85	3/63	5/128	24/127	9/238	2/193	5/112	1/152	2/17	1/243	0
	Поперечная	1/310	6/39	2/352	8/79	3/5	5/159	3/123	6/51	2/67	5/334	3/202	1/340
7	Вертикальная	1/87	5/169	2/142	6/212	7/203	7/303	38/146	27/60	6/63	10/311	4/184	1/355
	Поперечная	1/26	4/113	1/73	5/153	3/128	4/235	3/14	6/336	2/350	6/263	4/132	1/263
8	Вертикальная	1/256	4/336	2/313	6/19	9/29	6/110	38/163	23/235	4/232	8/129	4/357	1/167
	Поперечная	1/203	5/291	2/250	6/331	3/300	4/52	4/41	7/159	2/178	7/90	5/318	1/91
9	Вертикальная	0	3/81	1/46	4/122	3/112	3/206	5/252	8/313	30/158	25/65	7/291	5/111
	Поперечная	1/308	4/34	1/357	5/75	3/58	4/158	3/205	7/268	3/32	9/6	7/234	1/342
10	Вертикальная	1/153	3/238	1/205	4/279	3/277	3/6	7/67	9/117	35/147	25/243	6/104	1/237
	Поперечная	1/126	7/209	2/175	8/253	5/236	6/337	5/23	11/86	6/23	16/187	10/50	2/179
11	Вертикальная	0	3/260	1/225	4/301	1/291	3/26	4/82	6/136	11/158	14/250	14/27	19/189
	Поперечная	1/159	8/245	2/208	10/286	5/270	7/10	7/58	13/119	6/192	20/220	18/333	7/44
12	Вертикальная	0	3/334	1/298	3/15	2/4	3/99	3/159	5/212	4/265	8/321	17/51	11/8
	Поперечная	1/192	4/279	1/241	6/319	3/304	4/43	4/91	8/152	5/137	13/252	15/333	5/264

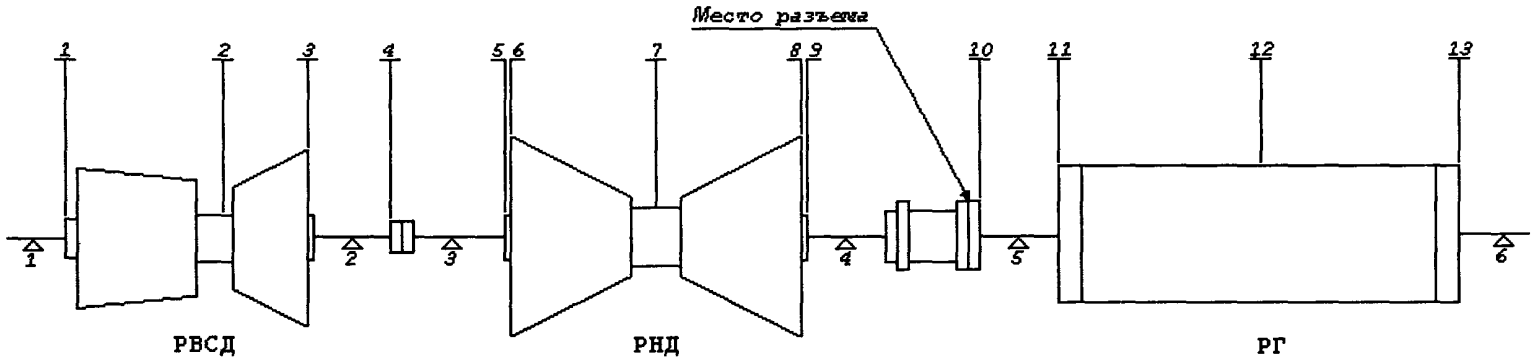
Таблица 1.19 – **ДКВ турбоагрегата К-500-65/3000 ХТГЗ+ТВВ-500-2 «Электросила». Частота вращения 2520 об/мин. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Номер плоскости коррекции																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	17/107	16/117	13/127	11/142	8/172	8/248	5/276	3/21	2/46	2/74	2/104	3/133	2/174	1/312	1/341	1/9	1/62
2	9/175	10/147	11/130	13/117	14/103	12/87	7/95	2/181	2/225	2/261	3/284	3/302	3/333	1/109	2/137	1/161	1/208
3	2/313	2/291	1/251	1/201	2/169	5/105	8/92	12/102	12/114	10/126	9/139	8/164	5/222	2/8	2/27	2/49	1/119
4	2/119	1/92	1/55	1/18	2/350	3/276	4/230	7/158	8/134	9/121	10/110	11/98	7/86	2/196	2/215	1/232	1/289
5	3/279	1/258	1/204	1/148	3/126	3/79	3/30	4/329	3/303	3/273	3/241	4/208	8/123	15/99	12/100	6/104	1/323
6	3/350	2/332	1/279	2/217	3/195	4/152	4/107	5/49	4/28	3/0	3/324	4/285	8/216	12/120	17/93	18/77	14/69
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/311	1/282	0	6/77
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/121	1/17	1/337	1/301	3/203
9	1/308	0	0	0	0	1/110	1/63	1/6	0	0	0	1/228	1/174	1/96	0	1/343	1/300
10	1/120	0	0	0	1/322	1/282	1/235	1/178	1/156	0	0	1/41	1/345	1/263	1/197	1/153	2/104
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/161
12	1/176	0	0	0	1/18	1/339	1/291	1/234	1/212	0	1/126	1/96	1/41	1/320	1/248	1/206	2/164

Номер опоры	Номер плоскости коррекции															
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
1	1/132	1/151	0	0	1/261	1/301	1/327	0	0	0	0	1/153	1/168	0	0	1/352
2	1/276	1/295	0	0	1/47	1/87	1/112	1/152	0	0	1/286	1/298	1/313	0	0	1/141
3	1/212	1/232	1/257	0	1/328	1/12	1/38	0	0	0	0	1/225	1/240	0	0	1/46
4	0	0	0	0	0	1/189	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4/356	3/8	2/24	2/53	2/107	3/164	3/194	2/238	1/279	1/338	2/7	2/22	2/39	0	1/189	1/138
6	6/108	5/134	4/164	4/197	5/227	6/263	6/284	3/322	1/14	2/76	3/98	5/109	4/121	1/157	2/286	1/349
7	18/88	17/99	15/111	14/125	11/150	9/204	6/232	3/296	2/349	3/27	4/47	5/61	4/76	0	3/253	2/280
8	10/160	12/144	12/133	12/123	12/110	8/90	5/90	1/137	1/211	1/244	2/258	2/267	2/274	0	1/122	1/137
9	2/263	2/248	2/233	1/209	1/163	5/88	8/82	10/101	10/119	9/133	9/148	9/168	4/196	2/8	9/18	6/22
10	3/59	3/43	2/27	2/6	2/330	4/234	7/206	9/153	11/128	13/155	14/104	15/92	8/80	1/257	7/255	5/269
11	1/117	1/101	0	0	0	1/301	1/284	1/311	1/357	1/35	1/59	2/81	10/112	27/128	78/133	36/117
12	3/119	2/102	2/84	2/55	2/12	3/295	5/269	5/236	4/213	4/189	4/160	4/127	6/43	13/352	34/336	28/297

Окончание таблицы 1.19

Номер опоры	Номер плоскости коррекции															
	34	35	36	37	1–5 с	1–5 кс	8–12 с	8–12 кс	14–16 с	14–16 кс	18–22 с	18–22 кс	25–29 с	25–29 кс	31–37 с	31–37 кс
1	0	0	1/164	0	22/126	16/79	3/73	5/349	2/340	1/251	1/179	1/110	0	1/347	0	0
2	0	0	1/309	0	19/131	14/244	3/260	5/145	2/136	1/39	1/324	2/255	0	1/131	1/330	0
3	0	0	2/221	0	1/255	4/329	17/125	11/65	4/25	1/325	1/258	1/184	0	1/59	0	0
4	0	0	1/42	0	2/58	4/144	16/121	10/238	3/211	1/148	1/85	1/3	0	1/235	0	0
5	1/155	0	1/313	1/324	1/210	5/292	4/274	7/357	20/100	9/95	4/24	5/336	1/338	4/215	2/58	1/211
6	1/360	0	1/166	1/172	1/286	6/1	4/1	7/73	28/94	12/215	6/160	10/80	3/76	7/301	3/137	2/303
7	1/304	1/78	3/96	1/107	0	0	0	0	0	1/299	25/111	16/49	4/26	7/260	2/95	2/262
8	1/144	1/311	2/316	1/318	0	1/283	0	1/350	2/333	1/79	20/133	10/234	2/241	3/102	1/281	1/119
9	1/65	5/190	9/199	4/209	0	1/318	0	1/26	1/26	1/136	3/231	3/290	16/132	10/51	2/248	6/23
10	1/229	5/96	8/90	3/82	0	1/131	1/120	1/198	1/194	1/305	4/27	4/91	21/115	13/234	2/70	4/254
11	5/186	33/288	53/295	17/304	0	1/180	0	1/247	0	1/354	1/79	1/136	2/63	3/273	8/65	51/136
12	9/231	25/140	41/122	15/101	0	2/187	1/175	2/253	1/246	2/1	3/84	4/144	5/190	8/267	11/49	22/326

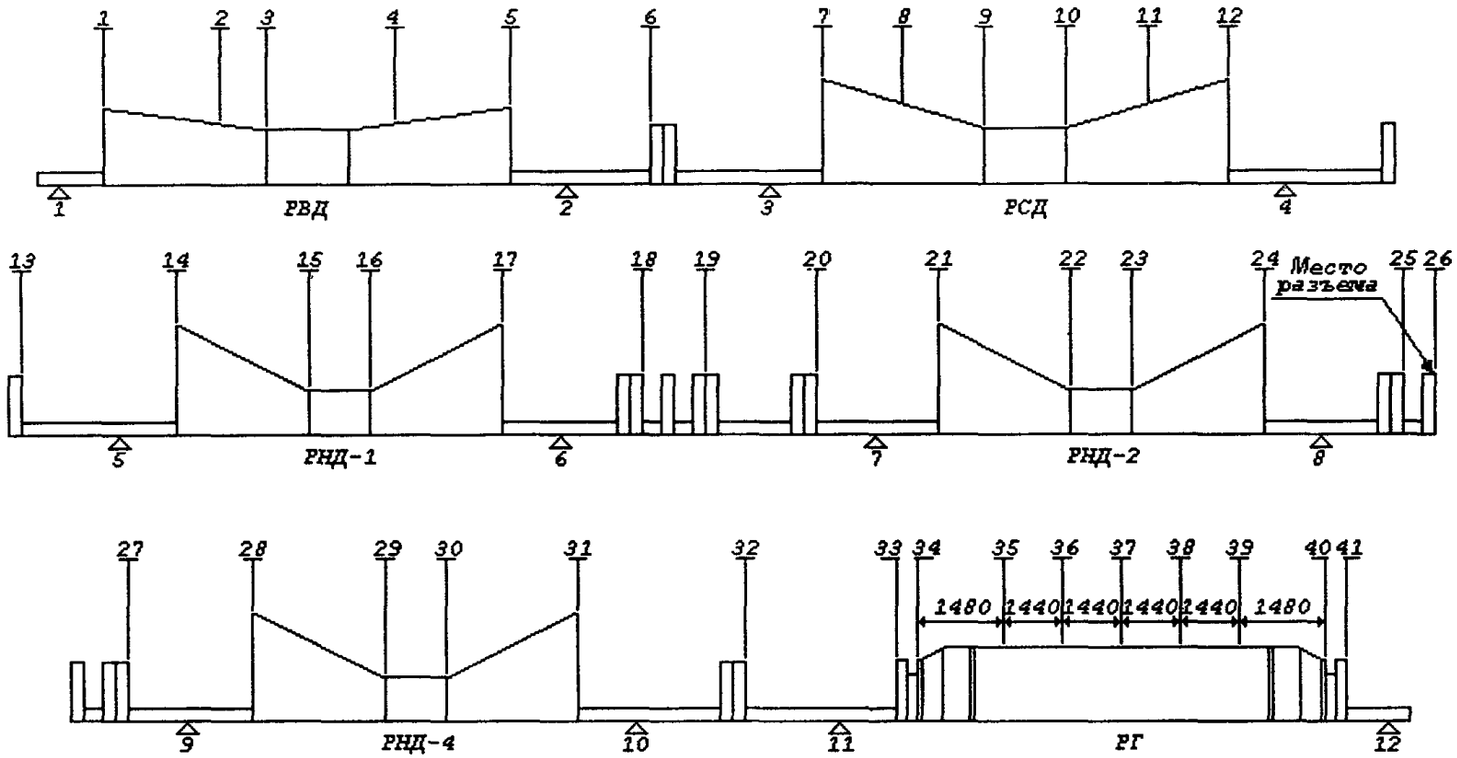


Номер плоскости	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Радиус плоскости, см	51,5	66,5	76,5	53,0	98,0	110,0	100,0	110,0	98,0	66,5	100,0	100,0	100,0

Рисунок 1.6 – Схема расположения плоскостей коррекции на турбоагрегате К-500-60/1500 ХТГЗ+ТГВ-500-4

Таблица 1.20 – **ДКВ турбоагрегата К-500-60/1500 ХТГЗ+ТГВ-500-4. Частота вращения 1500 об/мин**

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	5–9 с	11–13 с
1	Вертикальная	13/14	18/18	15/20	1/31	1/328	1/320	1/295	2/274	1/268	1/232	0	1/113	0	2/297	0
	Поперечная	15/344	10/61	15/106	12/147	8/176	6/188	6/304	15/326	14/329	8/356	4/45	4/152	10/176	8/304	8/152
2	Вертикальная	8/22	20/21	21/20	3/25	1/184	1/196	1/224	1/250	1/258	0	0	1/111	1/148	2/230	1/113
	Поперечная	11/120	9/32	14/357	10/341	6/4	5/13	3/128	10/157	10/160	6/187	3/233	3/342	7/7	5/126	6/344
3	Вертикальная	1/350	1/283	1/228	3/57	18/64	22/66	23/69	23/73	18/74	2/50	4/352	3/347	1/343	36/69	5/350
	Поперечная	9/162	2/118	5/0	11/345	16/12	16/22	13/68	18/108	17/116	9/172	5/262	9/333	17/253	20/67	17/335
4	Вертикальная	1/296	2/296	1/294	2/114	16/75	20/72	22/64	24/58	20/56	4/36	2/212	2/21	1/25	36/64	4/23
	Поперечная	10/329	4/297	4/195	13/141	21/111	22/103	16/66	19/23	18/13	11/350	4/3	4/170	12/176	26/67	8/172
5	Вертикальная	2/194	1/156	1/50	3/15	5/15	5/16	2/32	1/131	2/145	9/65	32/70	33/76	30/83	4/35	62/76
	Поперечная	4/35	1/357	2/236	4/214	4/238	3/250	3/347	7/13	7/16	4/355	1/2	3/117	6/125	5/344	6/115
6	Вертикальная	1/164	1/186	0	2/6	5/10	5/10	4/9	2/13	2/19	7/112	31/88	36/79	38/71	6/12	67/79
	Поперечная	3/175	1/118	2/31	4/346	5/316	5/308	3/256	5/201	5/191	6/131	8/109	4/86	3/343	4/256	6/86



Номер плоскости	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Радиус плоскости, см	30,0	30,0	35,5	29,0	30,5	29,3	46,0	43,0	46,0	46,0	43,0	46,0	43,0	60,0	46,0	46,0	60,0	40,0	46,0	40,0	60,0
Номер плоскости	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	
Радиус плоскости, см	46,0	46,0	60,0	43,0	49,0	43,0	60,0	46,0	46,0	60,0	46,0	56,0	45,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	45,0	56,0	

Рисунок 1.7 – Схема расположения плоскостей коррекции на турбоагрегате К-800-240-3 ЛМЗ+ТВВ-800-2

Таблица 1.21 – **ДКВ турбоагрегата К-800-240-3 ЛМЗ+ТВВ-800-2. Частота вращения 3000 об/мин**

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Вертикальная	4/42	1/77	4/207	5/214	4/219	0	1/42	1/50	0	0	1/222	1/229
	Поперечная	13/352	4/19	10/147	14/160	12/167	1/316	7/5	5/15	2/54	2/117	4/174	7/189
2	Вертикальная	4/209	5/206	5/201	1/175	3/42	5/50	6/73	4/79	1/105	1/235	3/257	5/263
	Поперечная	9/142	10/134	11/123	4/81	6/0	15/27	30/58	21/68	8/105	6/170	16/230	28/244
3	Вертикальная	2/1	2/357	2/356	1/14	1/85	5/56	10/54	5/67	3/189	5/210	7/224	9/235
	Поперечная	2/331	2/324	2/322	1/359	2/78	7/50	17/50	12/58	5/85	3/137	8/217	16/232
4	Вертикальная	2/236	2/233	3/231	1/239	1/329	4/278	17/246	18/235	14/222	10/211	5/111	18/67
	Поперечная	1/175	2/169	2/165	0	1/289	4/251	8/231	5/219	2/163	2/106	5/64	8/50
5	Вертикальная	1/305	1/301	1/297	0	0	1/353	5/306	5/292	4/280	3/272	1/132	7/101
	Поперечная	0	0	0	0	0	1/307	2/292	1/286	0	0	1/118	2/111
6	Вертикальная	1/173	1/168	1/166	0	0	3/232	8/209	7/200	4/185	2/170	2/33	7/10
	Поперечная	2/122	3/116	3/115	1/136	1/232	7/194	17/176	12/167	5/135	3/71	8/5	16/350
7	Вертикальная	0	0	0	0	0	1/350	3/323	2/311	1/293	1/277	1/155	2/121
	Поперечная	1/250	1/244	1/241	0	0	2/322	5/304	4/295	1/265	1/197	3/132	5/118
8	Вертикальная	1/159	1/153	1/150	0	0	2/226	4/206	3/196	2/175	1/137	2/33	4/14
	Поперечная	2/127	2/121	2/117	1/140	1/235	5/198	13/179	9/170	4/140	2/81	6/7	12/352
9	Вертикальная	0	0	0	0	0	1/357	1/335	1/324	1/295	0	1/167	1/145
	Поперечная	1/242	1/236	1/233	0	0	2/312	5/295	4/286	2/257	1/197	3/123	5/108
10	Вертикальная	0	0	0	0	0	1/217	2/197	2/187	1/160	0	1/25	2/8
	Поперечная	1/116	1/110	1/107	0	1/224	3/187	7/168	5/159	2/130	1/72	4/356	7/341
11	Вертикальная	0	1/161	1/158	0	0	1/238	3/219	2/210	1/182	1/125	2/47	3/31
	Поперечная	2/142	2/136	3/132	1/55	1/250	6/212	15/193	11/184	4/156	2/97	7/22	14/6
12	Вертикальная	0	0	0	0	0	1/268	2/249	2/240	1/211	0	1/77	2/62
	Поперечная	2/164	2/158	2/151	1/178	1/272	5/235	11/216	8/207	3/178	2/120	6/44	11/29

Продолжение таблицы 1.21

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции											
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Вертикальная	1/245	1/5	0	0	1/192	1/216	1/225	0	1/8	0	0	1/191
	Поперечная	5/206	5/343	4/13	2/31	5/166	6/191	6/199	3/212	4/346	2/17	1/44	4/169
2	Вертикальная	3/278	3/43	2/73	1/92	3/229	4/252	4/260	2/274	2/46	1/77	1/104	3/229
	Поперечная	19/262	18/38	14/68	9/86	19/220	25/246	24/254	13/267	15/41	9/72	6/99	16/223
3	Вертикальная	5/256	3/354	1/42	1/91	4/190	4/216	3/226	2/241	2/360	1/35	1/69	2/186
	Поперечная	11/249	11/28	9/55	6/72	12/209	15/234	15/242	8/255	9/30	6/60	3/86	10/212
4	Вертикальная	20/67	10/123	4/221	5/260	10/323	8/13	8/25	5/38	3/151	2/213	2/251	4/339
	Поперечная	5/53	6/90	5/210	3/222	6/13	8/32	8/40	4/53	5/188	3/216	2/242	5/10
5	Вертикальная	15/79	25/90	13/175	16/206	28/255	18/311	19/326	12/339	6/67	3/164	3/203	8/264
	Поперечная	2/113	3/93	3/73	2/66	1/297	3/269	3/272	1/281	3/78	2/96	1/111	2/258
6	Вертикальная	10/322	30/263	18/233	11/206	30/93	36/82	39/86	25/93	10/156	4/281	5/318	11/6
	Поперечная	12/330	9/219	6/158	5/128	11/41	11/14	10/14	4/22	9/185	6/200	3/214	9/5
7	Вертикальная	3/63	12/5	7/344	4/332	10/153	25/106	39/96	35/91	37/101	13/185	17/224	34/271
	Поперечная	4/100	3/10	2/296	1/259	3/188	3/173	4/175	3/168	7/90	7/81	5/79	4/277
8	Вертикальная	4/335	9/258	5/229	3/209	7/56	13/0	19/342	17/324	31/267	18/225	14/197	29/98
	Поперечная	2/328	10/229	6/180	5/149	10/43	11/351	12/332	8/311	6/233	5/113	6/95	8/56
9	Вертикальная	1/107	2/4	2/334	1/314	2/169	3/100	5/79	5/59	9/360	5/324	3/303	7/146
	Поперечная	4/83	4/348	3/299	2/267	4/160	5/110	6/93	4/74	3/15	1/248	2/223	4/186
10	Вертикальная	2/336	3/244	2/207	1/182	2/50	4/349	5/328	4/308	7/247	4/205	3/179	5/45
	Поперечная	5/316	6/219	4/172	3/141	6/31	7/337	8/318	6/297	6/228	3/140	3/106	6/42
11	Вертикальная	3/4	3/270	2/226	1/197	3/80	4/24	5/4	4/343	5/279	2/219	2/181	4/84
	Поперечная	11/341	13/244	8/197	6/167	12/56	14/1	17/341	13/320	14/251	7/170	7/135	12/64
12	Вертикальная	2/36	2/301	1/255	1/224	2/112	2/59	3/39	2/19	2/315	1/238	1/197	2/123
	Поперечная	8/3	10/266	6/220	4/190	10/78	11/24	14/3	10/342	11/279	6/194	6/159	10/86

Продолжение таблицы 1.21

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции										
		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
1	Вертикальная	1/219	1/231	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	4/197	4/209	2/233	3/347	2/21	1/54	3/162	3/189	1/222	1/233	1/350
2	Вертикальная	3/256	2/269	1/292	2/46	1/80	1/113	2/221	2/248	1/281	0	0
	Поперечная	17/251	15/264	8/287	12/42	6/76	4/108	12/217	13/247	6/276	3/287	2/44
3	Вертикальная	2/213	2/226	1/250	2/1	1/37	0	2/176	2/203	1/236	0	0
	Поперечная	11/240	10/252	5/276	8/30	4/64	2/96	7/205	8/232	4/265	2/76	1/33
4	Вертикальная	4/18	3/32	2/52	2/170	1/211	1/246	2/343	2/14	1/48	1/59	0
	Поперечная	6/37	5/49	3/73	4/187	2/221	1/253	4/2	4/29	2/61	1/72	1/189
5	Вертикальная	6/310	5/325	3/343	2/97	1/154	1/190	3/270	3/304	1/341	1/353	0
	Поперечная	3/280	3/292	1/317	2/72	1/103	1/133	2/246	2/273	1/305	1/316	0
6	Вертикальная	8/56	7/71	4/88	2/199	2/272	2/305	3/12	3/52	1/93	0	1/237
	Поперечная	10/26	9/37	5/62	8/177	4/207	2/238	8/352	8/18	4/50	2/61	2/176
7	Вертикальная	20/320	19/337	12/354	6/78	3/184	4/220	9/263	5/294	1/327	1/333	1/143
	Поперечная	8/276	7/285	3/311	8/78	4/101	3/123	7/252	8/277	4/309	2/320	2/71
8	Вертикальная	33/79	34/83	21/93	8/159	3/284	5/315	11/354	6/28	1/66	1/75	1/247
	Поперечная	4/360	3/355	1/16	6/171	3/184	2/197	5/345	6/6	3/37	2/49	2/155
9	Вертикальная	21/94	30/86	27/83	23/103	11/192	14/220	25/260	12/295	2/327	0	3/172
	Поперечная	2/133	3/111	3/94	12/82	8/81	5/81	7/268	12/277	7/308	4/319	3/56
10	Вертикальная	12/334	17/317	16/299	29/242	18/206	14/184	21/90	17/71	2/100	0	3/278
	Поперечная	6/310	9/291	7/279	4/259	3/80	5/77	7/71	4/57	2/69	2/77	1/153
11	Вертикальная	7/5	10/347	9/331	13/282	6/235	5/200	12/102	17/55	4/98	4/165	15/201
	Поперечная	15/333	22/314	19/301	14/256	8/144	10/122	16/85	11/343	14/339	9/350	7/59
12	Вертикальная	3/42	4/25	3/12	4/340	1/279	1/205	3/148	4/70	12/31	10/28	8/20
	Поперечная	13/355	18/336	16/322	13/275	7/177	8/151	13/104	12/353	24/309	18/304	11/278

Окончание таблицы 1.21

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции										
		36	37	38	39	40	41	14–17 кс	21–24 кс	28–31 кс	34–40 с	34–40 кс
1	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	1/9	1/10	1/6	0	0
	Поперечная	1/23	1/35	1/68	1/185	2/206	2/210	9/345	8/348	6/345	2/215	1/3
2	Вертикальная	1/82	1/95	0	1/244	1/265	1/269	6/46	5/47	4/44	1/274	1/62
	Поперечная	5/78	5/91	2/123	3/240	6/261	9/265	37/39	31/42	24/39	9/270	4/58
3	Вертикальная	1/38	1/51	0	0	1/220	1/224	7/3	4/3	3/359	1/229	0
	Поперечная	3/66	3/79	1/111	2/228	4/249	5/253	22/29	19/31	15/28	6/258	2/46
4	Вертикальная	1/210	1/223	0	1/13	1/33	2/37	20/134	7/155	4/167	2/41	1/192
	Поперечная	2/223	2/236	1/267	1/25	2/45	3/50	12/191	11/189	8/185	3/54	1/203
5	Вертикальная	1/146	1/158	0	1/310	1/328	2/332	53/82	13/77	5/93	2/336	1/130
	Поперечная	1/106	1/119	0	1/267	1/289	2/293	4/101	5/78	4/69	2/298	1/85
6	Вертикальная	1/260	1/272	0	1/64	1/81	2/85	60/268	21/172	6/195	2/88	1/247
	Поперечная	3/211	3/224	1/255	2/12	4/34	6/38	20/220	18/185	16/174	6/43	2/190
7	Вертикальная	2/151	1/157	0	1/322	2/330	3/332	21/350	71/96	14/81	3/331	1/149
	Поперечная	3/108	3/122	2/154	2/268	4/291	6/295	6/9	11/93	15/75	6/301	3/85
8	Вертикальная	2/247	1/261	0	2/64	2/73	3/75	16/249	59/272	18/167	3/73	2/252
	Поперечная	2/194	2/209	1/241	2/354	3/18	5/23	20/226	14/235	10/168	5/29	2/170
9	Вертикальная	3/174	2/181	1/292	3/346	4/352	5/354	4/358	15/345	48/91	4/349	4/176
	Поперечная	5/100	5/117	3/149	4/257	7/285	9/290	9/344	7/10	18/84	10/297	4/72
10	Вертикальная	4/287	2/300	1/56	4/96	5/106	6/110	5/237	12/238	48/254	5/108	4/283
	Поперечная	1/214	2/234	1/261	1/5	2/41	3/47	12/215	12/225	11/254	3/56	1/172
11	Вертикальная	16/208	9/218	4/359	16/24	18/30	22/33	6/265	9/272	24/282	15/42	21/202
	Поперечная	10/109	11/134	7/170	8/259	13/297	19/304	25/240	26/248	29/261	20/318	11/74
12	Вертикальная	2/339	5/218	8/207	6/196	2/97	5/53	4/297	4/309	7/334	10/37	9/18
	Поперечная	7/177	14/139	14/122	8/80	11/342	19/330	20/262	21/269	25/279	27/318	11/267

Таблица 1.22 – **ДКВ турбоагрегата К-800-240-3 ЛМЗ+ТВВ-800-2. Частота вращения 2280 об/мин. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Номер плоскости коррекции														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	1/192	2/201	2/206	2/211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1/201	1/198	1/196	1/192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1/346	1/344	2/343	1/347	1/14	2/49	1/62	1/182	3/202	4/205	4/210	3/218	1/240	1/242	1/204
4	1/223	1/220	1/219	1/219	0	1/263	4/225	4/217	5/210	4/207	2/193	2/75	3/56	2/90	2/212
5	0	1/241	1/241	0	0	1/293	3/274	3/269	2/264	2/263	0	3/77	7/64	10/98	13/178
6	0	0	0	0	0	1/131	2/152	3/161	3/172	3/179	1/209	2/269	6/260	22/224	19/205
7	0	0	0	0	0	1/194	2/186	2/185	1/188	0	1/350	2/353	3/342	8/318	4/303
8	0	0	0	0	0	0	1/89	0	0	0	0	1/251	1/241	3/217	2/201
9	0	1/73	1/71	0	0	1/146	2/130	2/123	1/109	1/96	1/338	2/308	3/294	5/273	1/234
10	0	0	0	0	0	0	1/335	1/327	1/312	0	0	1/154	1/141	2/125	0
11	0	0	0	0	0	1/20	1/4	1/356	1/343	0	0	1/181	2/166	3/143	1/94
12	0	0	0	0	0	0	1/329	1/322	0	0	0	1/148	1/132	1/109	0

Номер опоры	Номер плоскости коррекции														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1/196	1/171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1/238	2/271	1/311	1/326	1/338	1/27	0	0	1/212	1/278	1/296	1/307	1/327	0	0
5	15/190	20/218	9/271	7/290	6/303	2/347	1/148	2/162	4/188	3/247	3/264	3/274	3/349	2/185	3/183
6	16/196	10/108	17/57	19/58	13/63	3/100	3/278	4/287	5/132	3/27	4/50	3/65	3/91	0	1/254
7	3/297	4/104	13/71	20/64	18/62	14/99	18/190	21/200	25/224	10/291	11/315	8/328	4/342	8/318	4/303
8	2/196	1/9	4/321	6/302	6/280	17/225	15/201	13/192	9/117	13/59	15/61	10/67	5/98	2/276	3/282
9	1/168	4/93	3/41	4/21	1/359	8/317	4/291	2/276	5/114	13/69	19/61	17/60	12/104	15/184	17/195
10	0	2/298	2/262	2/242	2/222	4/186	3/175	2/173	2/325	6/294	9/276	9/253	24/203	20/182	18/174
11	1/35	2/327	2/276	2/250	2/227	3/180	1/130	1/95	2/10	3/301	3/278	3/257	4/183	4/133	4/119
12	0	1/294	1/246	1/220	1/199	1/161	0	0	1/336	1/306	2/291	2/280	3/268	2/274	2/282

Окончание таблицы 1.22

Номер опоры	Номер плоскости коррекции															
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	14–17 кс	21–24 кс	28–31 кс	34–40 с	34–40 кс
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/289	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/93	1/180	1/121	0	0
4	1/143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4/90	1/29	1/326	0	0
5	3/112	2/120	0	0	1/298	1/304	0	0	1/114	1/224	1/126	26/58	6/360	6/292	1/134	1/297
6	1/269	2/278	0	0	1/105	1/110	0	0	1/282	1/288	1/289	28/243	8/120	6/90	1/293	1/104
7	7/185	3/186	1/102	1/69	1/42	1/31	1/17	0	1/220	1/212	2/209	11/306	35/63	11/359	1/192	2/42
8	6/293	2/302	1/171	1/163	1/156	1/154	0	1/336	1/333	1/332	2/322	4/210	21/248	9/108	1/318	2/156
9	23/215	8/230	3/94	5/92	7/92	4/94	1/120	4/265	7/269	6/271	7/272	8/273	12/308	29/57	1/264	11/91
10	11/123	7/63	4/158	4/165	5/178	3/189	1/254	3/347	5/359	4/8	5/12	4/122	6/176	25/122	2/75	8/177
11	7/87	9/95	38/132	33/134	40/140	24/147	5/204	21/310	38/318	33/324	38/327	5/145	5/184	8/237	6/51	66/139
12	2/10	5/8	16/333	13/330	15/322	8/308	3/219	9/156	14/144	12/133	13/128	3/111	3/159	4/244	4/26	25/322

Таблица 1.23 – ДКВ турбоагрегата К-800-240-3 ЛМЗ+ТВВ-800-2. Частота вращения 1740 об/мин. Вертикальная составляющая вибрации

Номер опоры	Номер плоскости коррекции														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	11/142	16/151	25/157	19/161	13/167	2/214	1/160	3/136	4/132	5/132	4/132	4/133	2/132	2/102	1/73
2	28/155	38/153	54/151	38/149	25/146	2/31	2/48	4/110	7/128	8/132	8/137	8/148	5/157	3/152	1/66
3	2/192	2/189	3/185	2/177	1/153	2/53	5/138	10/163	15/173	15/176	13/181	10/190	4/203	3/113	5/101
4	8/130	11/128	15/126	11/126	7/129	3/208	14/187	19/178	23/172	23/170	17/164	9/146	4/73	6/88	5/117
5	2/71	3/68	4/66	3/66	2/69	1/171	3/138	4/120	5/107	5/102	5/91	4/72	6/70	23/116	29/136
6	3/46	4/44	5/43	4/43	2/45	1/113	5/100	7/96	9/93	8/93	6/94	3/109	5/190	23/166	26/150
7	1/332	1/328	2/326	1/327	1/332	1/77	2/67	1/56	1/39	1/27	1/327	1/265	3/244	5/236	2/241
8	0	0	0	0	0	0	0	1/29	1/44	1/49	1/62	1/85	1/108	5/106	4/102
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/73	1/52	1/26
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/337	1/20
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/262	0

Окончание таблицы 1.23

Номер опоры	Номер плоскости коррекции														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	1/64	1/30	1/346	1/348	1/357	1/14	0	0	1/187	1/204	1/209	1/213	0	0	0
2	2/45	4/26	3/29	3/36	2/43	3/59	1/77	0	2/239	2/248	2/252	2/256	1/281	0	1/75
3	5/101	5/105	1/126	1/131	0	1/72	1/67	1/65	0	1/265	1/268	0	0	0	0
4	5/126	5/157	3/222	3/240	2/250	1/281	1/67	1/78	2/91	1/105	1/109	1/111	0	0	0
5	30/140	29/158	9/211	9/231	6/238	2/178	4/199	5/95	7/89	3/81	2/78	2/76	1/69	0	0
6	26/145	22/125	8/57	9/41	6/40	4/62	1/137	1/185	3/231	2/252	2/257	2/261	0	1/88	1/90
7	1/255	5/41	11/41	15/45	14/55	30/108	34/138	35/145	35/168	13/218	12/233	7/237	3/108	6/86	7/85
8	4/102	1/125	5/247	7/238	7/221	20/166	23/143	23/138	21/117	7/60	7/43	5/40	1/47	1/226	1/229
9	0	1/252	2/224	2/219	2/217	2/230	1/323	1/348	3/16	4/29	6/39	5/59	16/109	17/126	17/130
10	1/38	1/88	1/119	2/119	2/113	6/95	5/85	5/83	2/75	5/239	7/225	7/197	23/134	27/118	27/114
11	0	0	1/120	1/115	1/115	1/153	1/214	1/227	1/155	1/287	1/286	1/273	4/250	4/244	4/242
12	0	0	1/70	1/66	1/62	1/59	0	0	1/220	2/210	2/200	2/187	3/154	3/139	2/135

Номер опоры	Номер плоскости коррекции														
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	14–17 кс	21–24 кс	28–31 кс	34–40 с	34–40 кс
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2/140	2/14	1/230	0	0
2	1/86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/75	5/183	5/59	2/271	0	1/247
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2/269	1/78	1/296	0	0
4	1/308	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6/38	3/274	1/121	0	0
5	1/273	0	0	0	1/65	0	0	0	0	1/247	1/230	20/29	7/254	2/78	0	1/62
6	1/95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/79	16/231	7/57	2/275	0	1/252
7	7/85	2/97	2/221	1/224	2/226	1/225	0	1/52	2/50	2/50	2/49	10/229	32/40	5/254	0	3/227
8	2/234	1/153	1/21	1/25	1/34	0	0	0	1/210	1/217	1/219	4/99	17/234	3/81	0	1/32
9	16/143	3/177	3/309	2/312	2/316	1/323	1/127	2/135	3/138	2/141	3/142	2/61	4/207	9/37	0	5/316
10	27/103	6/87	1/224	1/228	1/217	1/179	1/111	1/82	2/67	1/54	2/48	1/297	4/101	14/222	1/62	2/232
11	1/201	8/63	18/68	14/70	12/77	5/97	4/214	10/241	14/249	12/257	13/261	1/317	1/102	4/256	3/68	25/73
12	1/98	3/301	8/269	7/266	9/255	6/243	3/112	3/112	7/86	8/75	11/71	1/265	2/51	3/167	2/27	15/260

Таблица 1.24 – **ДКВ турбоагрегата К-800-240-3 ЛМЗ+ТВВ-800-2. Частота вращения 1620 об/мин. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Номер плоскости коррекции														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	17/111	23/119	33/125	24/130	17/136	3/168	3/97	5/85	8/83	8/83	7/83	6/85	2/79	2/10	2/343
2	37/122	50/120	17/118	53/116	38/113	5/86	7/59	9/70	13/77	13/80	11/86	9/96	4/112	1/345	4/329
3	3/97	5/94	7/91	5/89	4/85	3/76	11/133	17/148	23/157	23/159	20/164	14/172	5/186	6/53	8/53
4	8/74	11/72	16/70	12/69	8/71	3/176	13/171	17/163	20/157	19/154	15/148	9/130	4/68	5/51	4/67
5	2/318	3/315	4/312	3/311	2/310	0	3/52	4/38	5/31	8/29	5/28	4/34	6/66	25/95	28/109
6	3/325	4/322	5/321	4/321	3/323	1/55	5/38	6/54	7/50	7/50	5/50	2/58	3/159	17/138	20/123
7	1/224	1/219	1/216	1/214	1/212	0	1/353	1/333	1/304	1/291	1/258	1/222	1/201	2/217	2/267
8	0	0	1/258	0	0	0	1/329	1/338	1/346	1/350	1/2	1/35	2/77	6/74	5/68
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/14	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/318	1/335
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/205	0

Номер опоры	Номер плоскости коррекции														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	2/338	2/322	1/276	1/267	1/272	1/292	0	0	0	1/118	1/123	0	0	0	0
2	4/329	5/334	2/349	2/356	1/357	1/343	0	0	1/204	1/190	1/191	1/194	0	0	0
3	8/54	7/62	1/106	1/139	0	1/13	1/6	1/5	1/359	0	0	0	0	0	0
4	4/75	3/114	2/184	2/198	2/206	1/241	1/5	1/20	2/39	1/54	1/59	1/62	0	0	0
5	27/114	24/131	7/191	7/214	4/221	1/86	4/61	4/60	5/61	2/60	1/57	1/50	1/5	0	0
6	20/119	19/103	6/55	6/35	4/27	3/17	1/354	0	1/225	1/210	1/212	1/216	0	0	0
7	2/292	4/350	7/19	10/29	9/43	24/96	28/122	29/127	30/145	10/182	8/196	4/200	3/46	5/42	5/43
8	5/67	2/64	5/230	6/220	8/203	25/148	30/126	31/121	31/105	10/68	9/52	6/44	3/17	1/329	1/309
9	0	1/231	1/193	2/188	1/188	1/252	2/322	2/111	4/366	5/36	7/51	8/68	24/102	23/111	22/120
10	1/340	1/7	1/86	1/87	1/78	5/53	5/43	5/40	3/32	3/208	5/193	7/170	22/123	25/108	25/104
11	0	0	0	1/112	1/113	1/125	1/145	1/155	1/228	1/272	2/269	2/260	5/237	4/223	3/216
12	0	0	1/13	1/9	1/7	2/6	1/15	0	1/165	2/162	2/157	2/150	4/133	3/122	2/118

Окончание таблицы 1.24

Номер опоры	Номер плоскости коррекции															
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	14–17 кс	21–24 кс	28–31 с	34–40 с	34–40 кс
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	–	1/288	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	–	2/2	1/209	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	–	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	–	2/227	0	0	0
5	1/279	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	–	4/236	1/47	0	1/14
6	1/11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	–	4/24	1/232	0	0
7	6/46	1/68	1/160	1/162	1/165	1/163	0	1/356	1/352	–	2/350	–	23/17	2/226	0	2/167
8	1/264	1/266	1/346	1/351	1/360	1/10	0	0	1/173	–	1/184	–	22/233	3/37	0	1/356
9	20/133	4/171	4/294	3/297	3/303	1/315	1/111	3/120	4/124	–	4/129	–	4/189	12/43	1/189	6/302
10	25/93	7/31	1/127	1/138	1/131	1/112	1/90	1/67	1/41	–	1/354	–	2/80	12/212	1/68	1/163
11	2/129	9/62	16/65	13/66	11/74	4/97	4/211	10/235	14/244	–	13/255	–	1/99	5/255	2/30	24/69
12	0	4/285	11/261	9/258	11/249	8/238	4/207	4/107	9/81	–	14/68	–	3/357	4/137	2/30	20/254

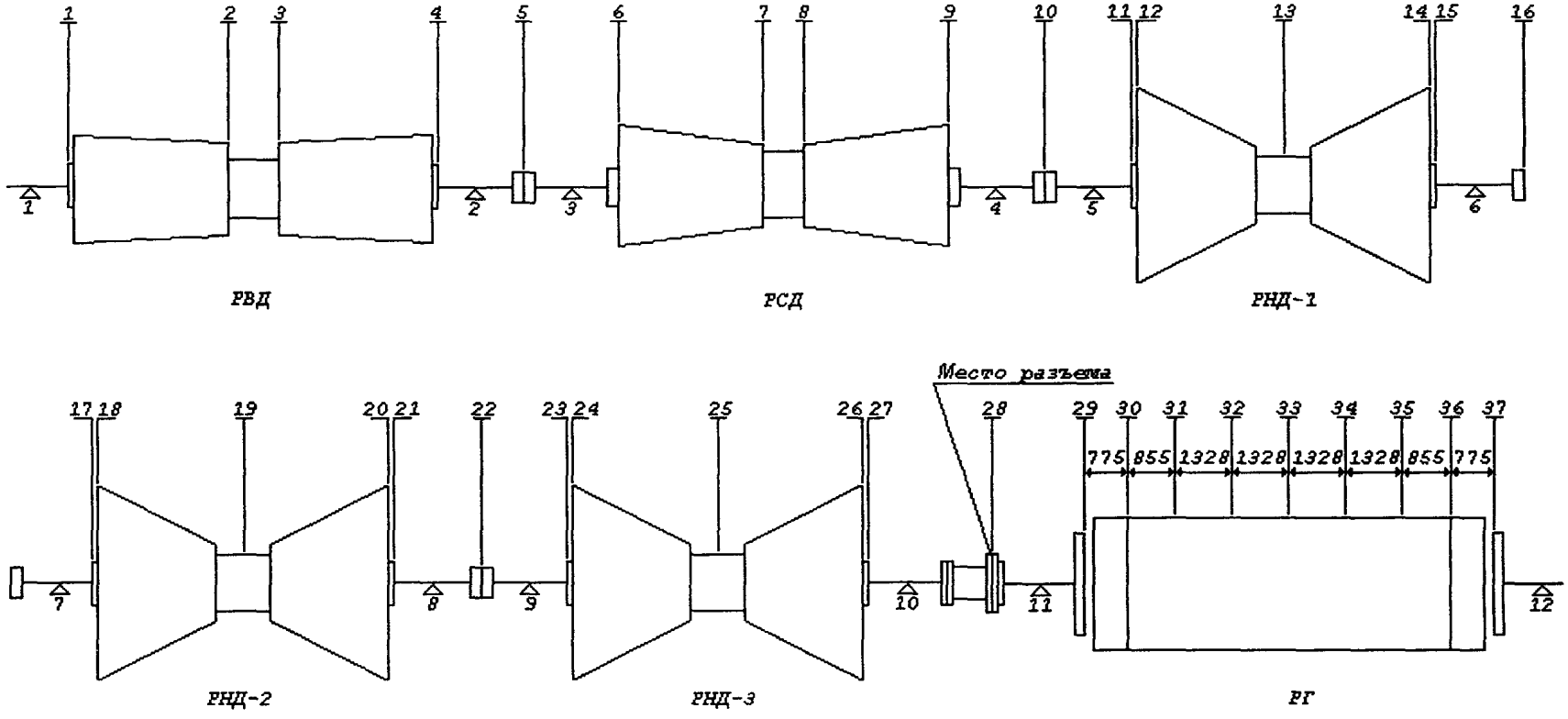
Таблица 1.25 – **ДКВ турбоагрегата К-800-240-3 ЛМЗ+ТВВ-800-2. Частота вращения 1560 об/мин. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Номер плоскости коррекции														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	28/91	34/96	46/101	32/106	23/111	3/145	5/57	9/53	13/52	13/53	12/54	9/56	4/54	3/311	4/286
2	26/100	35/96	49/94	37/92	27/89	5/65	6/28	8/31	10/36	10/38	8/43	6/54	2/81	2/247	3/265
3	3/32	4/30	6/29	4/30	4/34	3/74	11/128	16/140	21/147	21/150	18/154	13/163	4/180	5/17	7/22
4	8/44	11/41	16/39	12/38	8/38	2/169	14/160	18/153	22/147	22/145	17/140	11/127	4/75	5/29	4/32
5	2/254	2/251	4/249	3/248	2/246	0	3/358	4/351	5/349	6/350	5/354	4/11	7/60	26/82	25/94
6	2/277	3/274	4/272	3/271	2/272	1/28	4/31	5/26	6/24	6/23	4/23	2/29	2/134	13/121	16/107
7	1/169	1/165	1/162	1/160	1/156	0	1/307	1/271	1/247	1/240	1/227	1/213	1/206	2/249	3/278
8	0	0	1/211	0	0	0	1/313	1/318	1/322	1/324	1/331	1/355	1/52	5/55	5/51
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/289	1/302
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Окончание таблицы 1.25

Номер опоры	Номер плоскости коррекции														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	4/283	4/274	1/248	1/235	1/237	1/249	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3/269	3/285	1/333	1/352	1/357	0	0	0	1/195	0	0	0	0	0	0
3	7/24	6/34	1/101	1/141	1/152	1/325	1/331	1/331	1/333	0	0	0	0	0	0
4	3/36	2/75	2/164	2/176	2/184	1/231	1/329	1/344	1/8	1/29	1/35	0	0	0	0
5	25/98	20/116	6/190	6/214	4/222	1/352	3/40	4/42	5/48	2/56	1/58	1/55	0	1/280	1/276
6	16/103	16/89	5/49	6/28	3/16	2/353	1/341	1/337	0	1/166	1/170	0	0	0	0
7	3/286	4/326	6/24	9/38	9/54	27/93	31/120	31/125	32/141	10/176	8/191	4/193	3/24	5/27	5/29
8	4/50	2/52	5/210	8/202	9/187	27/144	30/123	31/118	31/102	10/66	9/49	5/40	2/359	1/302	1/287
9	0	1/213	1/176	1/171	1/174	1/287	2/312	3/317	3/342	4/40	7/55	8/68	22/93	20/105	19/109
10	1/307	0	1/68	1/69	1/62	4/40	4/28	4/25	2/10	3/203	5/186	5/162	18/113	20/97	21/94
11	0	0	0	1/103	1/104	1/111	1/124	1/134	1/229	2/262	2/258	2/250	5/228	3/212	3/204
12	0	0	1/345	1/343	1/341	1/341	0	0	1/140	2/139	2/135	2/130	4/117	2/109	2/106

Номер опоры	Номер плоскости коррекции														
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	14–17 кс	21–24 кс	28–31 кс	34–40 с	34–40 кс
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2/47	1/255	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2/114	1/4	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2/281	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4/7	2/203	0	0	0
5	1/268	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14/33	5/236	1/59	0	1/1
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8/211	2/354	0	0	0
7	5/34	1/61	1/135	1/138	1/140	1/137	0	1/334	1/329	1/327	1/327	4/182	12/19	2/233	0	2/143
8	1/255	1/258	1/313	1/316	1/326	1/338	0	0	1/138	1/146	1/49	3/58	21/224	3/26	0	2/322
9	17/123	3/166	3/279	2/282	2/287	1/297	1/101	2/107	3/110	3/112	3/114	1/15	3/180	11/45	1/173	5/288
10	22/84	7/75	1/109	1/116	1/110	1/93	1/75	1/54	1/27	1/348	1/334	0	2/68	11/211	1/68	1/138
11	2/118	8/59	16/60	12/61	10/68	4/92	4/211	9/231	13/238	11/245	13/247	1/292	2/92	6/250	1/30	23/63
12	0	4/272	10/253	9/250	10/242	7/233	3/207	3/100	8/74	10/65	13/62	1/177	2/332	4/119	1/31	18/247



Номер плоскости	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Радиус плоскости, см	52,0	69,0	69,0	52,0	54,0	78,0	78,0	78,0	78,0	58,0	102,0	115,0	104,0	115,0	102,0	58,0	102,0	115,0	104,0
Номер плоскости	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
Радиус плоскости, см	115,0	102,0	58,0	102,0	115,0	104,0	115,0	102,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

Рисунок 1.8 – Схема расположения плоскостей коррекции на турбоагрегате К-1000-60/1500-1 ХТГЗ+ТВВ-1000-4

Таблица 1.26 – **ДКВ турбоагрегата К-1000-60/1500-1 ХТГЗ+ТВВ-1000-4. Частота вращения 1500 об/мин**

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Вертикальная	2/64	2/84	2/93	1/125	0	1/306	1/317	1/325	1/332	0	0	0	0
	Поперечная	1/31	2/92	3/99	3/110	1/133	1/266	1/278	1/288	2/295	1/323	0	0	0
	Осевая	2/70	2/70	2/70	1/72	1/188	2/220	2/226	2/232	1/240	–	–	–	–
2	Вертикальная	1/26	2/51	2/56	1/65	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	3/153	3/141	2/131	1/25	1/22	1/134	1/148	1/159	1/168	1/201	0	0	0
	Осевая	1/315	1/316	1/317	–	–	1/65	1/66	1/68	1/70	–	–	–	–
3	Вертикальная	5/230	4/199	3/176	3/105	8/74	19/111	21/121	22/131	23/139	10/171	5/228	4/245	5/328
	Поперечная	2/238	1/206	1/180	1/110	3/96	8/137	9/144	10/150	10/156	4/180	2/232	2/250	2/337
	Осевая	2/60	2/91	2/103	2/132	1/48	4/18	5/18	5/18	4/18	1/26	1/61	1/68	1/100
4	Вертикальная	1/231	1/217	0	0	1/76	6/80	8/81	8/81	8/82	2/100	2/179	2/183	1/201
	Поперечная	4/359	3/337	2/316	2/217	5/169	9/147	7/140	6/130	4/112	2/35	1/71	1/89	2/180
	Осевая	2/215	2/201	2/193	1/142	2/73	7/70	8/71	8/71	8/72	5/83	10/99	11/101	9/108
5	Вертикальная	1/115	1/91	0	0	1/283	2/241	2/222	2/197	2/169	5/89	14/98	15/103	12/122
	Поперечная	2/17	1/355	1/333	1/236	3/185	4/159	4/139	3/120	3/94	3/13	2/14	2/31	3/135
	Осевая	2/307	1/288	1/261	1/153	4/130	9/118	10/115	10/113	4/110	4/91	10/102	12/105	12/115
6	Вертикальная	1/238	1/216	0	0	1/51	2/19	2/8	2/354	2/334	3/221	9/191	11/187	10/172
	Поперечная	2/193	1/171	1/149	1/52	3/2	4/331	3/318	2/298	2/269	3/184	6/162	6/159	3/139
	Осевая	1/255	1/247	1/243	–	1/77	2/44	2/33	2/20	2/5	4/291	8/290	8/293	2/327
7	Вертикальная	1/287	1/264	0	0	1/98	2/69	2/58	1/41	1/16	2/286	5/268	5/265	4/251
	Поперечная	1/212	1/189	1/167	1/71	2/21	2/349	2/336	2/316	2/289	2/199	4/169	5/165	3/139
	Осевая	1/213	–	–	–	1/22	1/356	1/345	1/325	1/292	1/230	2/241	3/243	2/251
8	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/56	3/19	3/14	3/1
	Поперечная	1/348	1/326	1/304	1/207	2/157	3/125	2/111	2/90	2/63	2/336	4/306	4/301	2/267
	Осевая	–	–	–	–	1/226	1/194	1/184	1/170	1/152	1/38	5/11	6/7	5/353
9	Вертикальная	1/135	0	0	0	1/305	1/274	1/261	1/241	1/214	1/126	2/100	2/97	1/76
	Поперечная	1/49	1/26	0	0	1/218	2/186	1/173	1/153	1/125	1/37	3/9	3/5	2/337
	Осевая	1/359	1/336	1/315	1/19	2/170	3/142	2/132	2/116	2/92	3/358	8/339	9/336	6/324
10	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/256	1/250	1/228
	Поперечная	1/180	1/161	0	1/42	1/352	2/320	2/307	1/287	1/259	2/172	3/144	3/140	2/112
	Осевая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1/52	1/53	1/61
11	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	0	0	0	0	1/105	1/73	1/60	1/40	1/13	1/285	1/260	1/256	1/231
	Осевая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	1/152	0	0	0	1/322	1/291	1/278	1/257	1/230	1/142	2/116	2/112	1/87
	Осевая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Продолжение таблицы 1.26

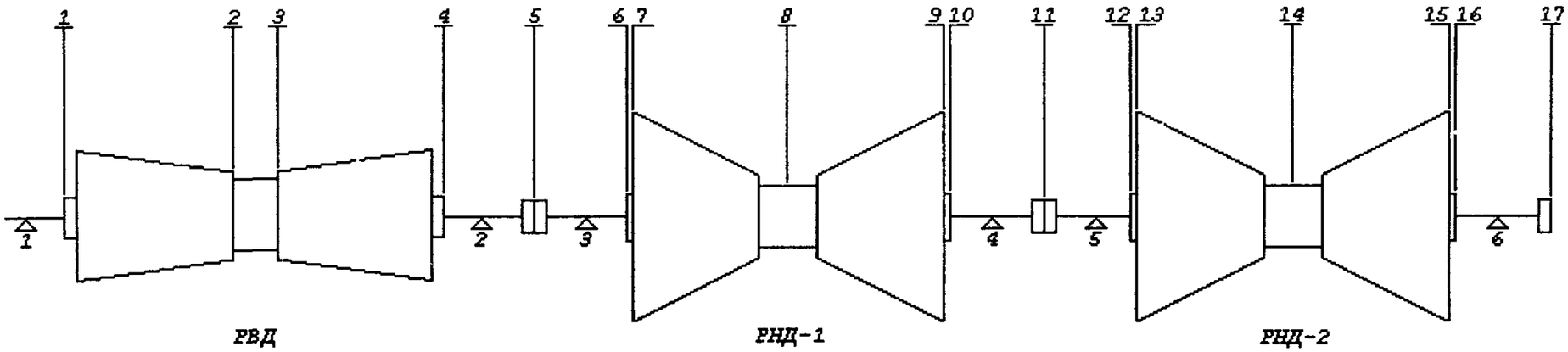
Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции											
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	1/147	1/149	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Осевая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	1/25	1/26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Осевая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3	Вертикальная	9/356	9/358	4/22	3/70	2/88	3/175	6/199	6/202	3/221	2/247	2/252	3/45
	Поперечная	4/3	4/6	2/28	1/74	1/92	1/182	2/206	2/208	1/227	1/252	1/257	1/51
	Осевая	1/140	1/147	–	–	–	–	1/6	1/10	–	–	–	–
4	Вертикальная	1/354	1/358	1/28	1/68	1/74	1/127	1/196	1/203	1/235	1/263	1/267	1/58
	Поперечная	3/202	3/205	2/224	1/262	1/277	1/20	2/44	2/46	1/64	1/87	1/91	1/248
	Осевая	7/118	5/122	1/256	3/309	3/309	3/309	2/307	2/306	–	2/194	2/195	1/216
5	Вертикальная	10/153	8/161	3/234	4/318	5/327	4/358	5/28	4/34	2/82	1/140	1/148	2/261
	Поперечная	6/153	6/154	3/171	2/204	2/215	1/321	4/352	4/354	2/12	2/35	1/38	2/196
	Осевая	11/126	10/129	2/147	1/352	2/348	3/342	4/339	4/338	1/332	–	–	1/161
6	Вертикальная	9/154	7/149	2/115	1/163	1/178	2/218	2/237	2/239	1/260	0	0	1/84
	Поперечная	2/62	2/46	2/18	1/57	1/75	2/160	3/185	3/187	2/206	1/230	1/235	2/30
	Осевая	5/84	5/88	5/131	14/182	17/187	16/204	15/220	13/224	3/271	3/18	4/25	5/82
7	Вертикальная	2/206	2/185	5/95	18/109	21/113	19/129	17/149	15/154	4/214	4/293	5/300	5/30
	Поперечная	2/77	2/64	3/355	5/351	5/356	2/67	5/134	5/137	4/159	3/181	3/184	4/343
	Осевая	1/277	–	4/81	18/104	22/107	22/117	23/127	19/129	4/156	2/282	7/295	5/343
8	Вертикальная	2/345	2/341	2/175	1/147	13/144	12/132	13/121	12/118	3/104	2/145	2/150	1/219
	Поперечная	2/189	2/179	3/125	6/97	5/90	3/43	4/338	4/331	3/320	3/344	2/349	3/136
	Осевая	4/329	3/321	5/181	21/153	24/149	24/136	24/122	20/119	9/91	18/110	20/114	18/154
9	Вертикальная	1/12	1/354	2/275	5/251	5/246	3/221	3/166	3/153	5/92	15/106	17/109	14/156
	Поперечная	1/261	1/248	2/187	5/161	5/157	3/128	2/54	2/42	3/332	7/300	7/297	5/293
	Осевая	3/295	3/280	7/149	28/127	32/124	29/111	26/95	22/91	10/51	22/77	26/81	29/119
10	Вертикальная	1/202	1/196	1/58	3/20	3/15	3/359	2/339	2/334	2/183	12/155	14/150	14/126
	Поперечная	2/36	2/23	3/322	5/296	6/292	3/263	3/189	3/176	4/116	8/84	9/80	5/354
	Осевая	–	–	1/226	3/227	3/226	2/224	1/221	1/219	3/39	12/27	13/25	12/9
11	Вертикальная	0	0	0	1/54	1/59	1/39	0	0	1/240	2/208	2/205	2/150
	Поперечная	1/149	1/135	1/77	2/56	3/52	1/29	1/308	1/294	2/236	4/215	4/213	2/113
	Осевая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/152	1/151	1/143
	Поперечная	1/8	1/354	1/293	3/271	3/207	2/243	1/167	1/153	3/91	5/67	6/64	2/331
	Осевая	–	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

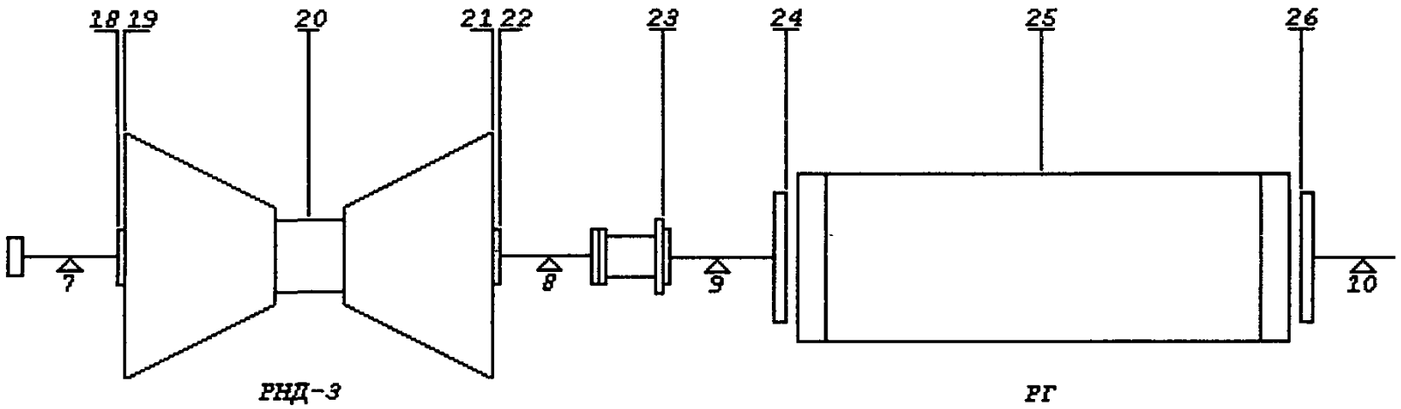
Продолжение таблицы 1.26

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции											
		26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
1	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Осевая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Осевая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3	Вертикальная	3/45	3/47	2/72	1/135	1/150	1/178	1/221	1/257	1/277	1/289	2/298	2/304
	Поперечная	1/51	1/53	1/78	0	0	0	0	0	0	1/294	1/303	1/310
	Осевая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4	Вертикальная	1/58	1/60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	1/248	1/249	1/275	0	0	0	0	0	0	0	1/140	1/147
	Осевая	1/216	1/222	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5	Вертикальная	2/261	2/265	1/303	1/14	0	0	0	0	1/159	1/168	1/177	1/183
	Поперечная	2/196	2/198	1/223	1/287	1/302	0	0	1/47	1/67	1/79	1/88	1/95
	Осевая	1/161	1/160	1/170	1/223	–	–	–	–	–	–	1/27	1/33
6	Вертикальная	1/84	1/86	1/109	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	2/30	2/32	1/57	1/120	1/135	0	0	0	1/262	1/274	1/283	1/289
	Осевая	5/82	4/87	1/130	–	–	–	–	1/10	1/14	1/18	1/21	1/25
7	Вертикальная	5/30	4/36	2/86	1/169	1/193	1/238	1/276	1/297	1/310	2/319	2/327	2/334
	Поперечная	4/343	4/345	3/12	2/77	1/93	1/121	1/161	1/195	1/215	2/227	2/237	3/244
	Осевая	5/343	5/346	2/13	1/52	–	–	–	–	1/249	1/249	1/249	1/249
8	Вертикальная	1/219	1/228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	3/136	3/139	2/167	1/233	1/249	1/278	1/320	1/354	1/13	1/25	2/34	2/41
	Осевая	18/154	16/158	5/208	1/272	–	1/95	2/98	2/101	3/104	3/106	3/109	3/113
9	Вертикальная	14/156	12/162	4/225	1/342	1/27	1/69	2/89	2/100	3/109	3/117	3/125	3/133
	Поперечная	5/293	4/194	3/183	3/244	3/257	2/278	2/305	2/337	2/3	3/21	3/35	4/44
	Осевая	29/119	25/122	8/161	2/199	1/186	1/91	2/61	3/55	3/52	4/51	4/50	4/50
10	Вертикальная	14/126	12/124	3/98	0	0	0	1/16	1/29	1/41	1/52	1/64	1/74
	Поперечная	5/354	6/345	4/328	3/27	2/42	1/71	1/113	2/147	2/166	3/178	3/187	4/194
	Осевая	12/9	10/7	1/318	1/246	1/225	1/273	1/296	1/321	1/344	1/1	1/15	1/24
11	Вертикальная	2/150	2/141	3/43	2/141	4/179	6/192	8/197	10/200	10/203	10/206	10/209	8/214
	Поперечная	2/113	2/98	6/42	12/55	11/62	8/73	6/89	5/119	5/158	7/188	10/205	12/215
	Осевая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	Вертикальная	1/143	1/142	1/230	7/208	8/206	8/204	8/202	7/200	6/197	4/192	2/175	1/79
	Поперечная	2/331	2/316	8/233	11/207	9/197	5/172	4/126	6/85	9/66	12/56	15/49	17/43
	Осевая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Окончание таблицы 1.26

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции											
		1–4 с	1–4 кс	6–9 с	6–9 кс	11–15 с	11–15 кс	17–21 с	17–21 кс	23–27 с	23–27 кс	29–37 с	29–37 кс
1	Вертикальная	3/86	2/26	1/321	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	3/95	3/308	3/283	1/154	0	1/346	0	1/187	0	0	0	0
	Осевая	3/71	1/68	3/229	1/159	–	–	–	–	–	–	–	–
2	Вертикальная	2/52	1/273	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	3/138	4/163	2/153	1/37	0	1/225	0	1/66	0	0	0	0
	Осевая	2/318	1/311	2/67	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3	Вертикальная	4/187	7/252	40/126	11/16	7/325	13/196	4/173	8/37	1/19	5/235	1/282	3/129
	Поперечная	1/194	3/259	17/147	4/21	3/335	5/201	2/180	3/43	1/25	2/340	0	1/134
	Осевая	3/93	2/12	8/18	–	2/95	1/25	1/336	1/223	–	–	–	–
4	Вертикальная	1/211	2/240	15/81	2/266	1/181	3/179	1/121	2/48	0	1/251	0	1/149
	Поперечная	3/331	6/12	12/136	6/173	2/177	4/39	1/18	3/239	0	2/76	0	1/331
	Осевая	2/198	2/237	15/71	2/259	15/10	6/79	5/308	1/312	2/220	1/176	–	1/112
5	Вертикальная	1/84	1/129	3/208	2/289	19/121	12/61	7/356	5/266	2/215	3/109	0	1/7
	Поперечная	1/349	3/30	6/130	3/192	4/133	8/345	2/318	6/186	1/166	4/25	0	2/280
	Осевая	1/279	4/317	18/114	1/176	19/155	5/34	5/342	2/150	1/177	2/330	–	1/217
6	Вертикальная	1/209	1/252	4/1	2/63	16/173	6/242	3/211	2/92	1/69	1/274	0	1/163
	Поперечная	1/165	3/206	5/309	3/7	5/141	7/177	2/158	4/23	1/4	3/219	0	2/114
	Осевая	1/245	–	4/24	1/114	4/321	14/281	25/202	10/119	6/57	4/312	1/31	1/202
7	Вертикальная	1/258	1/300	3/50	2/105	5/251	5/285	31/129	13/57	5/345	7/255	1/319	3/159
	Поперечная	1/183	2/225	3/326	2/27	4/141	5/192	3/63	10/334	1/294	7/172	1/218	4/70
	Осевая	–	1/226	2/336	1/25	3/248	2/232	31/117	8/19	6/329	4/189	–	2/62
8	Вертикальная	0	0	1/226	0	4/2	2/69	22/133	6/226	2/173	2/113	0	1/23
	Поперечная	1/319	2/1	4/102	3/163	3/270	6/325	5/46	9/121	2/91	6/330	1/18	3/226
	Осевая	–	1/66	2/177	1/240	7/354	4/43	39/136	12/224	30/133	14/52	2/118	3/290
9	Вертикальная	0	1/148	2/252	1/311	2/78	3/118	5/220	6/278	24/130	13/58	2/118	4/320
	Поперечная	1/20	1/62	2/164	1/224	2/339	4/28	4/131	6/180	7/263	9/328	1/356	7/233
	Осевая	1/330	2/12	4/124	2/178	10/326	7/356	47/111	17/180	44/101	19/1	3/74	6/220
10	Вертикальная	0	0	0	0	1/230	1/306	4/360	2/71	24/138	6/229	1/57	1/269
	Поперечная	1/154	1/196	3/298	2/358	3/115	4/162	5/265	7/316	10/47	11/116	1/169	6/20
	Осевая	–	–	1/165	–	1/62	1/42	4/225	2/231	21/18	4/78	1/333	2/223
11	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	1/40	1/89	3/182	2/247	9/202	8/47
	Поперечная	0	1/308	1/51	1/111	1/233	2/276	2/31	3/72	4/189	5/233	4/138	24/45
	Осевая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	0	0	1/147	0	6/198	3/215
	Поперечная	0	1/165	2/268	1/328	2/89	2/133	3/244	4/289	5/41	7/86	7/72	28/217
	Осевая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–





Номер плоскости	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Радиус плоскости, см	37,5	69,0	69,0	37,5	57,5	102,0	115,3	102,0	115,3	102,0	57,5	102,0	115,3
Номер плоскости	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Радиус плоскости, см	102,0	115,3	102,0	57,5	102,0	115,3	102,0	115,3	102,0	71,5	100,0	100,0	100,0

Рисунок 1.9 – Схема расположения плоскостей коррекции на турбоагрегате К-1000-60/1500-2 ХТГЗ+ТВВ-1000

Таблица 1.27 – **ДКВ турбоагрегата К-1000-60/1500-2 ХТГЗ + ТВВ-1000. Частота вращения 1500 об/мин**

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Вертикальная	3/50	5/66	5/71	1/96	1/90	3/59	4/59	4/60	4/61	4/62	0	1/285
	Поперечная	2/80	3/99	2/108	1/165	2/249	3/258	3/258	0	2/86	2/58	2/93	2/113
	Осевая	3/147	3/140	2/134	1/345	2/333	2/99	4/111	7/123	9/127	8/128	3/157	5/223
2	Вертикальная	1/171	2/90	3/80	2/63	2/77	5/113	7/116	7/122	6/127	5/129	1/137	1/345
	Поперечная	1/174	2/203	1/217	1/291	1/36	2/54	2/52	0	1/258	2/254	1/258	1/283
	Осевая	3/60	4/81	4/89	1/130	2/179	4/214	4/219	4/231	4/241	3/244	0	1/94
3	Вертикальная	1/282	1/89	2/92	2/91	8/76	27/80	33/81	31/85	28/88	22/89	1/64	8/309
	Поперечная	2/162	3/81	3/66	3/40	3/352	2/286	2/262	3/183	5/165	5/162	2/158	3/165
	Осевая	2/194	2/162	2/145	1/81	4/63	16/77	20/79	20/86	18/91	15/93	1/116	5/304
4	Вертикальная	1/85	2/60	2/53	0	2/145	20/94	28/90	35/82	39/78	33/77	6/65	6/288
	Поперечная	2/322	3/273	3/257	2/216	3/163	5/161	5/167	3/209	3/262	3/274	2/349	4/57
	Осевая	3/193	4/179	3/171	1/40	8/324	38/273	49/267	58/255	65/247	55/245	19/229	37/242
5	Вертикальная	2/109	2/117	1/122	0	2/290	8/285	10/284	9/282	8/281	6/281	4/61	21/73
	Поперечная	1/46	1/344	1/309	1/259	2/224	3/186	2/169	2/87	4/61	4/56	2/11	1/332
	Осевая	4/13	5/8	3/5	1/213	8/154	36/108	47/10	54/90	59/81	51/79	19/55	37/54
6	Вертикальная	1/332	1/301	1/285	1/210	1/114	4/341	6/336	9/328	11/323	9/322	1/326	13/96
	Поперечная	2/194	2/139	2/112	1/58	3/21	4/0	3/356	1/278	3/202	3/197	4/160	8/139
	Осевая	1/281	1/264	1/250	0	2/156	9/159	11/159	12/159	11/160	9/160	5/306	38/300
7	Вертикальная	1/306	2/280	1/265	1/183	2/142	4/151	5/156	3/176	3/206	2/218	3/295	12/303
	Поперечная	2/227	2/184	1/155	1/83	3/46	4/19	4/12	2/313	3/255	3/246	3/196	7/168
	Осевая	3/304	2/284	1/270	1/180	1/163	17/159	21/159	21/158	20/158	16/158	7/297	51/294
8	Вертикальная	0	0	0	0	0	2/251	3/247	4/239	4/234	4/233	0	8/19
	Поперечная	1/14	2/348	1/333	1/252	2/197	3/177	3/172	1/119	2/36	2/28	3/349	6/331
	Осевая	0	0	0	0	0	2/53	3/54	4/56	4/58	3/59	1/173	8/190
9	Вертикальная	0	1/158	1/155	0	0	0	0	0	0	0	0	1/154
	Поперечная	1/52	1/28	1/15	1/290	1/238	2/224	2/221	1/185	1/68	1/63	2/46	3/33
	Осевая	0	0	0	0	0	1/239	2/240	2/242	2/244	2/245	1/14	5/19
10	Вертикальная	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Поперечная	0	1/242	0	0	1/91	1/69	1/64	0	1/303	1/292	1/243	2/222
	Осевая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Продолжение таблицы 1.27

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции											
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Вертикальная	1/283	1/281	1/279	1/279	0	0	1/213	0	0	0	0	0
	Поперечная	2/118	1/228	2/271	2/274	1/296	2/324	2/331	1/35	1/99	1/106	1/148	1/189
	Осевая	6/231	7/247	7/259	6/262	1/289	1/173	1/170	2/168	3/169	3/170	1/187	0
2	Вертикальная	2/346	2/350	2/354	1/355	0	1/275	1/275	1/277	1/280	1/281	0	0
	Поперечная	1/288	0	1/66	1/74	1/106	1/140	1/149	1/211	1/263	1/270	0	0
	Осевая	1/105	1/129	1/145	1/149	0	1/305	2/313	2/329	3/339	2/342	0	0
3	Вертикальная	10/310	9/316	7/322	6/325	0	3/217	4/223	4/240	4/254	4/259	1/343	0
	Поперечная	2/162	1/101	2/26	2/20	2/21	2/42	2/46	1/82	1/161	1/175	1/217	1/238
	Осевая	6/306	6/314	5/322	4/324	0	2/224	2/227	2/237	3/245	2/247	0	0
4	Вертикальная	9/288	11/290	12/292	10/293	2/293	3/241	3/232	4/215	4/205	3/202	1/170	0
	Поперечная	5/65	3/103	3/144	3/155	2/219	3/262	3/273	2/339	3/22	3/29	2/76	1/119
	Осевая	44/247	40/260	38/272	31/276	4/320	8/158	11/166	15/180	19/188	16/191	3/231	2/270
5	Вертикальная	26/76	23/84	20/93	15/96	0	8/351	10/356	11/10	11/20	10/24	1/94	1/147
	Поперечная	1/335	3/147	6/147	6/147	3/155	4/170	4/172	1/195	1/319	2/329	2/5	1/46
	Осевая	43/57	33/67	26/80	20/86	2/224	15/333	20/341	24/358	27/9	24/12	4/60	2/101
6	Вертикальная	19/94	26/88	30/86	26/85	6/79	4/9	5/358	8/346	9/343	8/342	2/356	1/39
	Поперечная	9/136	5/119	3/73	3/51	3/14	5/45	5/53	3/117	5/170	5/177	4/216	3/243
	Осевая	48/297	52/291	52/286	43/285	4/237	24/143	32/148	36/159	40/167	34/169	4/226	2/290
7	Вертикальная	15/304	13/306	10/310	8/311	6/108	30/132	37/137	39/152	40/164	34/168	5/243	2/313
	Поперечная	7/162	4/125	4/62	4/47	5/342	9/329	9/331	1/47	7/131	8/134	6/162	4/201
	Осевая	65/292	69/286	69/281	57/279	6/214	38/149	50/153	55/162	59/170	50/172	6/229	2/298
8	Вертикальная	10/16	12/9	12/4	10/2	4/181	25/162	30/158	29/146	28/135	23/131	4/84	2/107
	Поперечная	6/328	3/304	2/203	3/186	6/143	13/129	14/127	7/111	3/45	3/14	6/346	5/17
	Осевая	11/189	11/186	11/184	9/183	4/348	26/337	31/334	29/323	27/313	22/309	8/201	5/200
9	Вертикальная	1/149	0	0	0	1/320	1/293	1/289	1/265	0	0	6/57	5/94
	Поперечная	3/28	1/344	2/266	2/255	3/208	6/186	6/181	6/146	3/74	3/59	9/341	13/345
	Осевая	6/17	6/13	5/10	4/9	3/181	15/169	18/166	16/155	14/144	11/139	8/34	6/43
10	Вертикальная	0	0	0	0	0	1/123	1/123	1/125	1/128	1/130	2/222	8/208
	Поперечная	2/217	1/190	1/125	1/105	2/36	4/16	5/12	2/345	2/274	2/254	10/163	18/148
	Осевая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Окончание таблицы 1.27

Номер опоры	Составляющая вибрации	Номер плоскости коррекции											
		25	26	1–4 с	1–4 кс	6–10 с	6–10 кс	12–16 с	12–16 кс	18–22 с	18–22 кс	24–26 с	24–26 кс
1	Вертикальная	0	0	4/67	2/21	7/60	0	2/282	0	1/214	0	0	0
	Поперечная	0	1/11	2/102	1/58	1/232	6/261	1/194	4/103	1/16	3/308	0	1/190
	Осевая	0	0	2/138	3/151	10/122	6/318	10/244	4/144	4/170	2/348	0	1/227
2	Вертикальная	0	0	2/87	2/222	10/121	1/28	5/350	0	1/278	0	0	0
	Поперечная	0	0	1/204	1/156	1/17	4/62	1/316	2/272	1/197	2/117	0	1/359
	Осевая	0	0	4/84	2/30	6/228	2/154	2/128	1/10	4/328	1/198	0	0
3	Вертикальная	0	1/228	1/84	3/275	49/84	7/45	14/315	3/278	6/239	2/142	0	1/44
	Поперечная	0	1/53	3/74	4/198	4/189	6/325	2/121	4/180	2/71	3/27	0	2/235
	Осевая	0	0	1/152	2/220	31/85	5/13	9/314	2/235	4/237	1/110	0	0
4	Вертикальная	0	0	1/64	1/102	53/83	15/232	16/291	4/120	6/219	2/329	0	1/184
	Поперечная	1/284	1/303	3/267	3/355	5/199	7/136	5/96	5/23	3/328	5/235	0	2/121
	Осевая	1/144	2/112	2/179	4/200	90/257	28/27	65/257	21/186	23/180	11/33	1/160	4/282
5	Вертикальная	1/1	1/352	1/118	1/103	14/283	2/302	36/83	9/33	17/9	5/257	1/13	2/163
	Поперечная	1/198	2/225	1/327	1/62	3/96	6/217	4/145	7/328	2/184	6/164	0	3/46
	Осевая	2/341	3/311	3/8	4/16	84/91	26/217	55/65	23/28	37/357	15/229	2/354	5/119
6	Вертикальная	0	1/236	1/298	1/351	14/328	5/127	39/89	13/253	12/350	5/145	0	2/48
	Поперечная	1/29	4/59	1/127	2/215	1/313	6/8	9/122	9/156	4/105	9/22	1/49	6/241
	Осевая	3/152	4/142	1/258	1/293	18/159	0	80/292	12/51	57/159	16/31	3/162	6/313
7	Вертикальная	4/151	6/152	1/275	1/324	5/175	4/117	20/306	5/289	61/151	20/50	4/164	8/327
	Поперечная	2/345	6/18	1/173	2/241	3/326	7/40	6/134	9/189	3/16	17/322	2/9	11/199
	Осевая	5/161	6/153	1/277	2/320	33/158	1/188	106/286	15/40	86/162	21/37	4/170	8/324
8	Вертикальная	2/306	3/303	0	0	6/240	2/31	17/10	3/139	47/147	13/231	1/324	5/117
	Поперечная	3/162	7/192	1/342	1/32	2/136	5/189	4/311	8/341	12/114	15/141	2/180	12/14
	Осевая	9/354	12/4	0	1/141	6/56	1/250	17/187	1/311	46/324	12/35	7/353	17/189
9	Вертикальная	12/214	12/236	1/157	0	0	0	1/119	1/168	1/275	2/305	9/217	16/66
	Поперечная	6/109	17/152	1/23	1/69	1/200	4/231	5/356	5/48	5/154	8/203	6/122	30/338
	Осевая	10/198	13/210	0	0	3/242	0	9/14	1/186	26/156	8/215	8/200	19/34
10	Вертикальная	6/198	5/38	0	0	0	0	1/349	0	2/126	0	3/194	13/212
	Поперечная	5/43	22/336	1/237	1/286	1/32	2/85	2/196	3/240	4/352	6/32	5/8	41/153
	Осевая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Приложение 2
(справочное)

ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА КОРРЕКТИРУЮЩИХ МАСС ПРИ КОМПЕНСАЦИИ ОСТАТОЧНОГО ПРОГИБА РОТОРОВ, ДОПУСКАЕМОГО ЗАВОДОМ-ИЗГОТОВИТЕЛЕМ

В приложении приведены схемы роторов высокого и среднего давления турбоагрегатов К-200-130 ЛМЗ, К-300-240 ЛМЗ, К-300-240-2 ХТГЗ, К-500-240-2 ХТГЗ и К-800-240-3 ЛМЗ с указанием координат сосредоточения масс и длин участков, плоскостей коррекции и ориентировочных точек индикации прогиба (рисунки 2.1–2.5). Методика расчета корректирующих масс изложена в разделе 4.3 данных методических указаний.

В схемах приняты следующие обозначения:

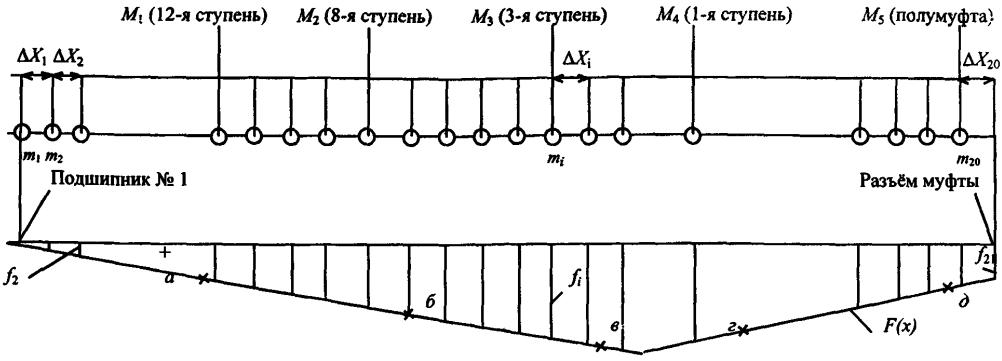
m_i – масса расчетного участка ротора, кг;

ΔX_i – длина расчетного участка ротора, см;

f_i – эксцентриситет i-й массы;

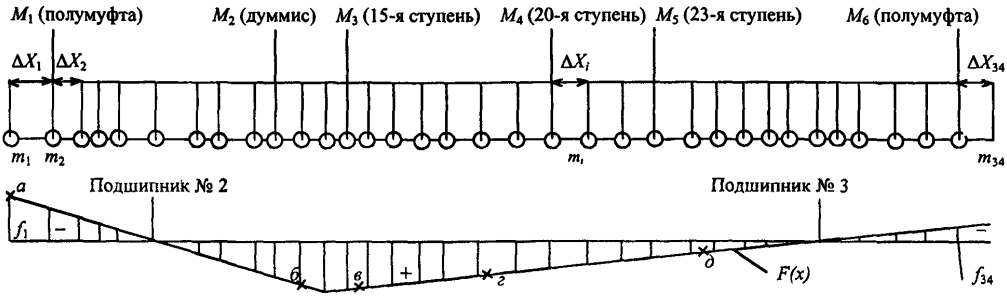
$а - з$ – точки индикации прогиба;

M_1, M_2 – корректирующие массы.



Порядковый номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
m_i, кг	75	116	660	342	320	281	277	281	280	278	282	287
ΔX_i, см	15,2	12,0	61,5	12,8	13,8	13,2	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,5
Порядковый номер	13	14	15	16	17	18	19	20				
m_i, кг	303	375	848	975	104	228	81	171				
ΔX_i, см	14,5	21,0	28,0	72,0	10,5	19,8	15,2	8,0				

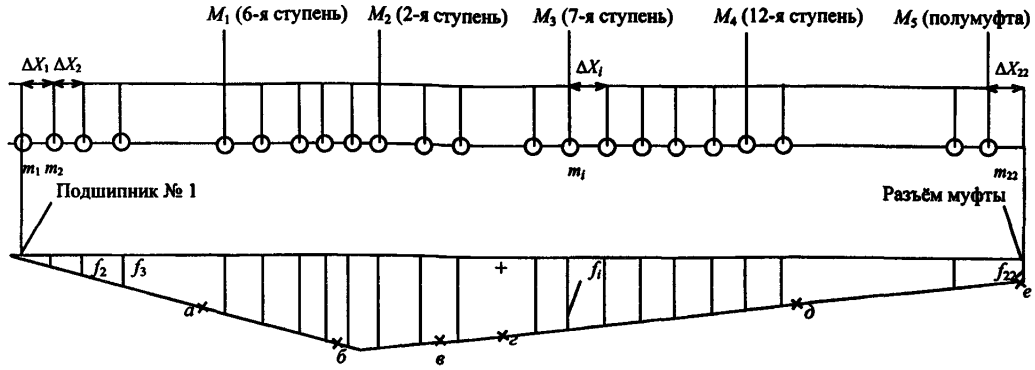
а)



Порядковый номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
m_i, кг	177	161	159	92	134	109	380	235	90	1099	733	732	671	620
ΔX_i, см	8,0	25,5	15,5	5,0	22,0	18,0	36,2	19,8	9,4	43,5	22,6	17,0	16,0	15,3
Порядковый номер	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
m_i, кг	636	651	594	90	946	1098	1437	1637	48	430	338	144	111	135
ΔX_i, см	15,6	15,9	11,8	4,0	18,6	20,4	26,4	30,8	4,6	24,8	22,8	11,1	9,2	18,5
Порядковый номер	29	30	31	32	33	34								
m_i, кг	159	82	475	192	580	540								
ΔX_i, см	21,5	9,0	10,0	6,5	17,0	11,5								

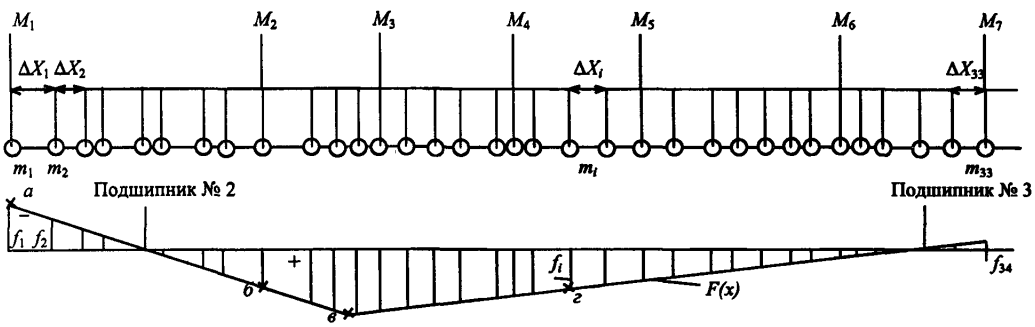
б)

Рисунок 2.1 – Данные для расчёта корректирующих масс M для компенсации остаточного прогиба РВД (*а*) и РСД (*б*) турбоагрегата К-200-130 ЛМЗ



Порядковый номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
m_i, кг	35	93	247	632	637	397	455	409	413	329	524	779
ΔX_i, см	15,2	12,2	25,9	54,4	16,6	17,6	47,8	18,3	18,5	16,0	19,5	50,2
Порядковый номер	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
m_i, кг	491	321	421	416	191	373	365	658	572	294		
ΔX_i, см	16,4	18,2	18,2	16,7	14,4	13,7	11,6	64,2	15,5	8,0		

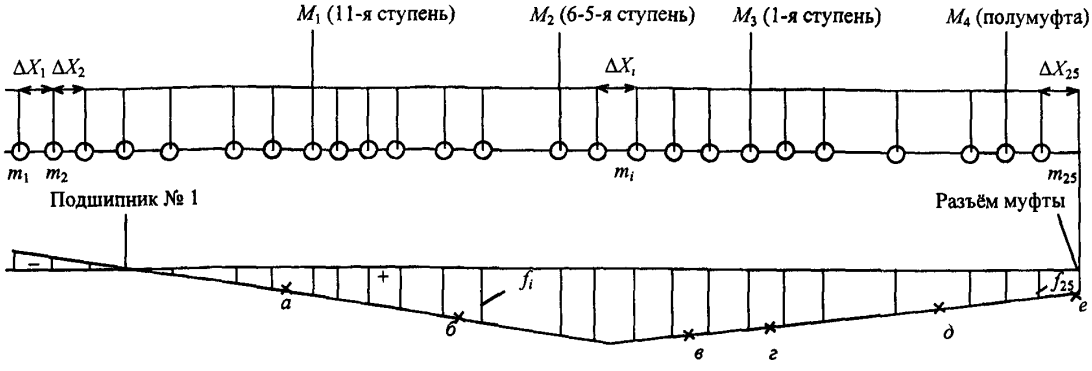
а)



Порядковый номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
m_i, кг	0	340	225	125	133	119	133	284	1194	1192	598	776	740	731
ΔX_i, см	8	28	6	22,8	24,3	5,5	14,5	19,5	48,9	21,5	20	16,8	16,8	17
Порядковый номер	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
m_i, кг	747	776	804	848	907	917	954	1020	892	917	1246	1682	2413	3473
ΔX_i, см	16,3	15,1	15,5	18,4	16,8	16,8	17,9	18,6	23,7	14	19	22	32	43
Порядковый номер	29	30	31	32	33	34								
m_i, кг	2432	542	244	228	788	867								
ΔX_i, см	25,7	13,3	21	22	49	–								

б)

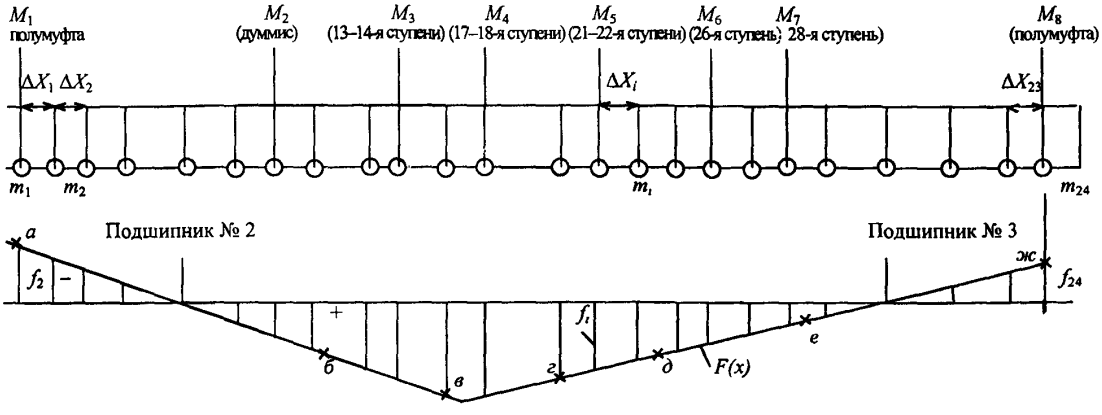
Рисунок 2.2 – Данные для расчёта корректирующих масс M при компенсации остаточного прогиба РВД (*а*) и РСД (*б*) турбоагрегата К-300-240 ЛМЗ



Порядковый номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
m_i, кг	32	54	58	0	98	331	540	496	364	455	453	449	443
ΔX_i, см	4,0	10,0	8,5	16,3	11,3	36,2	36,2	10,7	16,7	16,5	16,6	16,6	16,6

Порядковый номер	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
m_i, кг	446	458	465	587	634	637	588	588	588	362	102	188
ΔX_i, см	17,2	18,0	18,0	29,6	19,9	35,5	35,5	35,5	35,5	12,5	10,0	9,0

а)

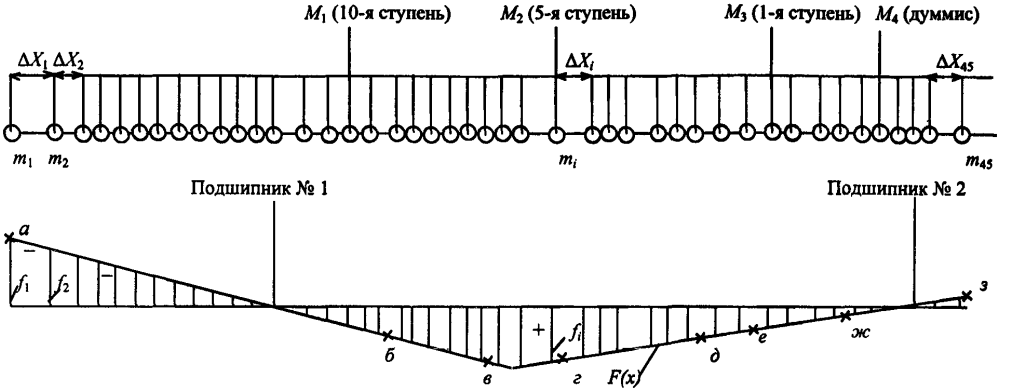


Порядковый номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
m_i, кг	0	242	211	140	0	226	671	1098	1360	1570	1638	1854
ΔX_i, см	9,0	34,0	22,8	17,4	20,6	22,5	35,7	35,7	31,3	35,0	32,6	36,9

Порядковый номер	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
m_i, кг	2099	2050	2099	2286	4149	5434	3149	284	0	687	874	827
ΔX_i, см	37,3	35,1	40,5	30,6	59,6	61,7	31,7	22,5	20,5	37,0	18	–

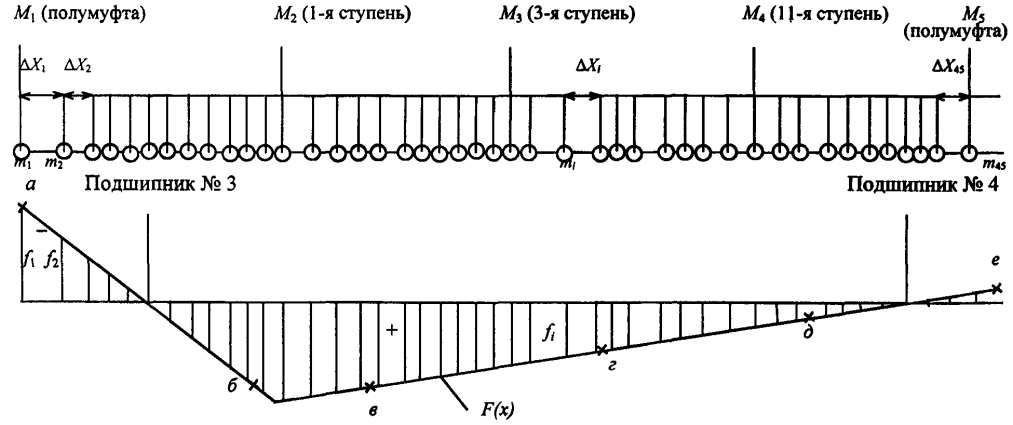
б)

Рисунок 2.3 – Данные для расчёта корректирующих масс M для компенсации остаточного прогиба РВД (*а*) и РСД (*б*) турбоагрегата К-300-240-2 ХТГЗ



Порядковый номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
m_i, кг	15	17	9	9	5	12	10	14	13	5	66	42	59	120	270	375
ΔX_i, см	9,8	8,0	13,4	4,5	4,9	14,6	2,0	3,3	13,7	9,0	8,2	10,3	17,0	15,0	24,8	24,8
Порядковый номер	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
m_i, кг	375	440	367	336	336	335	335	332	332	362	376	324	324	384	392	
ΔX_i, см	24,8	11,0	12,8	8,2	12,8	8,2	12,8	8,2	12,8	8,2	14,5	8,2	14,5	8,2	15,5	
Порядковый номер	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45		
m_i, кг	340	340	361	409	719	836	609	609	549	492	326	121	85	519		
ΔX_i, см	8,2	15,5	8,2	21	26,2	29,6	29,6	29,6	26,3	26,3	14,5	17,5	19	16,5		

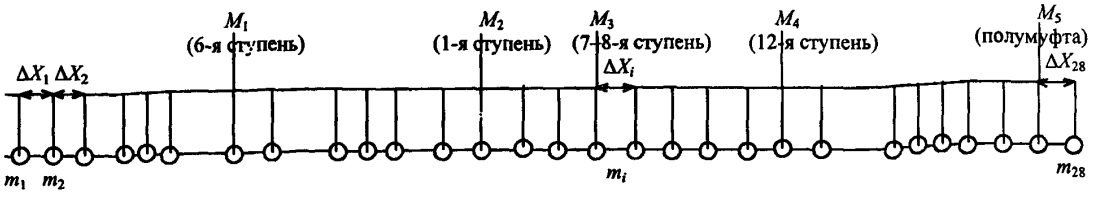
а)

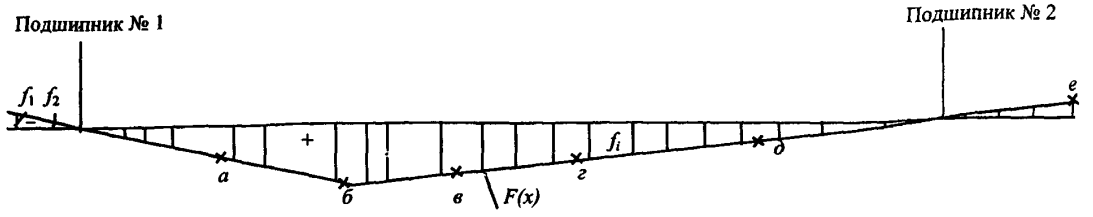


Порядковый номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
m_i, кг	0	550	155	143	97	76	117	177	242	516	1150	630	491	547	522
ΔX_i, см	10,0	27,5	8,1	23,0	15,0	17,5	14,0	19,9	4,5	39,9	39,9	4,5	11,4	12,2	13,0
Порядковый номер	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
m_i, кг	582	694	697	573	586	590	587	614	614	657	657	672	673	638	638	694
ΔX_i, см	12,1	13	12,5	10	14	10	13,6	10	13,6	11	13,6	11	13,7	11	13,7	11
Порядковый номер	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45		
m_i, кг	790	865	741	286	270	128	212	121	75	173	229	135	524	1863		
ΔX_i, см	18	13	4,4	26,4	4,4	18,7	18,7	3	11	22,5	24,1	1,5	37	18		

б)

Рисунок 2.4 – Данные для расчёта корректирующих масс M для компенсации остаточного прогиба РВД (*а*) и РСД (*б*) турбоагрегата К-500-240-2 ХТГЗ

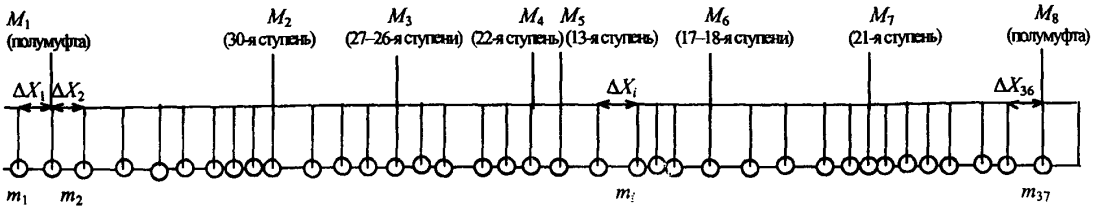


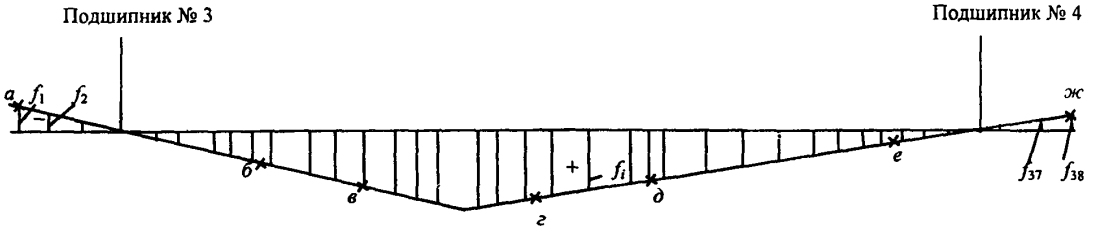


Порядковый номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
m_i, кг	44	68	68	102	245	638	787	680	680	687	750	1130	1153	529	481
ΔX_i, см	15	8	15,2	12,2	25,9	51,8	18,6	21,6	21,5	21,7	27,9	38,9	50	13,4	26,9

Порядковый номер	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
m_i, кг	714	667	687	759	800	875	557	122	132	169	134	208	338	244
ΔX_i, см	20,4	20,8	22,1	23,1	19,4	64,2	12,5	5,5	23,5	24,3	5,5	29,7	12,3	–

а)





Порядковый номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
m_i, кг	0	244	155	173	176	257	307	176	361	1299	1768	1551	1437	1349	1342
ΔX_i, см	7	11	26	24,5	13	15,6	11,9	3	24,1	25,3	25,2	23,6	22,8	21,9	23

Порядковый номер	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
m_i, кг	1414	1468	1543	1608	1608	1543	1468	1414	1342	1349	1437	1551	1768
ΔX_i, см	25	24,2	24,2	45,8	24,2	24,2	25	23	21,9	22,8	23,6	25,2	25,3

Порядковый номер	29	30	31	32	33	34	35	36	37
m_i, кг	1299	361	176	307	261	225	254	232	735
ΔX_i, см	24,1	3	11,9	15,6	13,6	22,5	22	13	7

б)

Рисунок 2.5 – Данные для расчёта корректирующих масс M для компенсации остаточного прогиба РВД (*а*) и РСД (*б*) турбоагрегата К-800-240-3 ЛМЗ

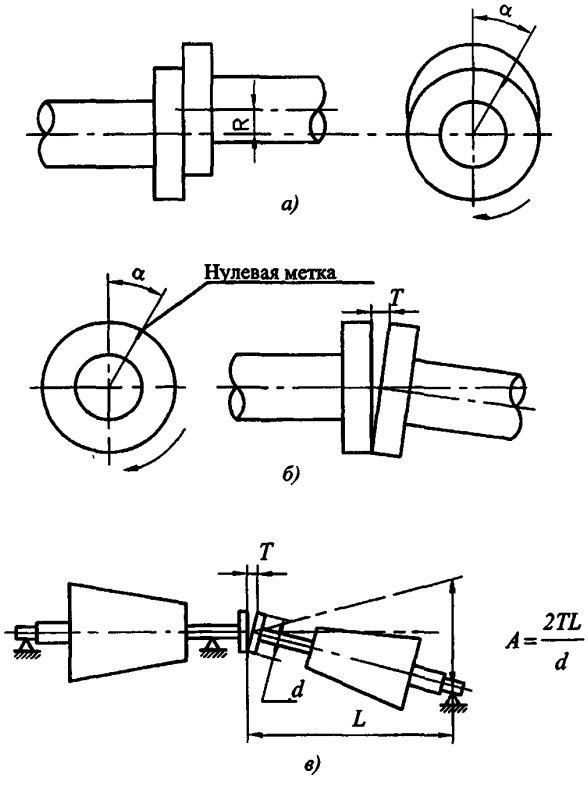
Приложение 3
(справочное)

РАСЧЕТНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЛИЯНИЯ НА ВИБРАЦИЮ ОПОР ОТКЛОНЕНИЙ ОТ СООСНОСТИ В СОЕДИНЕНИЯХ РОТОРОВ ТУРБОАГРЕГАТОВ

Для анализа вибрации можно использовать динамические коэффициенты влияния отклонения от соосности соединений роторов, которое определяется радиальным и угловым смещением осей и задается по отношению к оси ротора, имеющего меньший порядковый номер (номера роторов возрастают от регулирования к возбудителю). Угол смещения отсчитывается в системе координат, используемой для определения положения корректирующих масс. Практически удобно находить угловое смещение осей через суммарный перекос торцов полумуфт, а для полумуфт трехопорных систем – через величину маятника (рисунок 3.1).

В таблицах 3.1–3.9 приведены ДКВ на вертикальную вибрацию опор радиальных и угловых смещений осей роторов в соединительных муфтах для основных типов турбоагрегатов мощностью 200–1000 МВт ТЭС (для рабочей и резонансных частот вращения).

Примечание – Во всех таблицах даны ДКВ от радиального смещения осей роторов в одной муфте величиной 0,05 мм и углового – при величине суммарного перекоса торцов в муфтах 0,05 мм. Кроме того, в таблицах 3.1, 3.2, 3.3 и 3.7 даны ДКВ от углового смещения осей для «маятника» РВД величиной 0,5 мм (колонки РВД–РСД).



Смещение: *а* – радиальное; *б* – угловое, заданное перекосом торцов муфт; *в* – угловое, заданное «маятником»; α – угловое смещение максимума смещения, град; *R* – радиальное смещение осей роторов, мм; *d* – диаметр муфты, мм; *L* – длина ротора, мм; *T* – перекос (раскрытие) муфты, мм; *A* – «маятник», мм.

Рисунок 3.1 – Схема смещений осей роторов

Таблица 3.1 – **ДКВ радиальных и угловых смещений осей роторов в соединительных муфтах турбоагрегата К-200-130 ЛМЗ. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Смещение осей роторов в одной муфте					
	радиальное			угловое		
	РВД–РСД	РСД–РНД	РНД–РГ	РВД–РСД	РСД–РНД	РНД–РГ
Частота вращения 3000 об/мин						
1	4/33	1/250	1/261	3/54	0	0
2	3/25	0	0	3/222	0	0
3	1/5	7/207	1/198	2/184	4/230	1/250
4	0	5/45	2/146	1/298	2/262	2/184
5	0	3/322	7/230	1/108	3/202	5/251
6	0	1/49	5/64	1/225	1/315	3/280
7	1/352	3/58	8/57	3/254	2/351	6/285
Частота вращения 2100 об/мин						
1	8/344	1/74	0	3/78	1/104	0
2	8/322	2/80	0	4/162	2/128	0
3	11/284	6/185	0	5/153	3/183	0
4	2/37	6/32	2/123	1/249	3/239	1/175
5	1/335	3/328	7/219	1/264	2/166	3/231
6	0	0	6/42	0	0	3/239
7	1/93	2/236	5/302	2/325	2/93	4/182
Частота вращения 1620 об/мин						
1	5/265	1/226	0	2/313	1/261	0
2	2/255	1/43	0	1/149	1/73	0
3	4/94	2/153	1/317	7/76	3/81	1/359
4	1/168	7/350	3/110	1/133	5/166	3/141
5	1/77	8/306	7/175	2/72	5/127	4/173
6	0	1/113	7/28	0	0	5/225
7	1/263	2/71	0	1/163	1/270	2/136
Частота вращения 1140 об/мин						
1	2/227	0	0	0	0	0
2	1/251	1/15	0	1/200	1/50	0
3	1/355	4/226	0	3/45	0	0
4	0	2/38	1/19	0	1/134	2/76
5	1/205	3/215	4/193	0	2/52	1 /2
6	0	0	13/337	0	0	11/156
7	0	1/277	12/316	0	0	11/146

Таблица 3.2 – **ДКВ радиальных и угловых смещений осей роторов в соединительных муфтах турбоагрегата К-300-240 ЛМЗ. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Смещение осей роторов в одной муфте					
	радиальное			угловое		
	РВД–РСД	РСД–РНД	РНД–РГ	РВД–РСД	РСД–РНД	РНДРГ
Частота вращения 3000 об/мин						
1	3/30	1/–	1/–	2/–	1/–	1/–
2	6/48	1/–	1/–	6/259	3/172	3/138
3	3/107	3/156	3/114	6/204	3/248	3/171
4	3/216	8/108	5/50	2/-	3/75	3/111
5	3/167	5/272	8/254	2/-	1/–	10/275
6	3/177	8/325	18/5	6/164	3/275	15/216
7	3/219	3/3	8/59	6/198	1/–	5/335
Частота вращения 2640 об/мин						
1	3/75	1/–	1/–	2/–	1/–	1/–
2	5/45	3/59	3/61	6/254	3/101	3/73
3	3/7	3/128	3/108	2/–	3/188	3/111
4	1/–	13/61	5/93	2/–	3/45	5/107
5	3/56	5/281	13/222	2/–	3/228	11/219
6	1/–	3/236	8/353	2/–	1/–	10/145
7	1/–	3/327	3/20	2/–	1/–	8/321
Частота вращения 2040 об/мин						
1	8/77	1/–	1/–	2/–	1/–	1/–
2	18/24	3/286	3/303	6/219	1/–	3/322
3	8/307	3/201	1/–	6/164	3/200	1/–
4	3/106	10/31	3/40	2/–	3/18	3/194
5	3/353	5/288	18/196	5/287	1/–	15/1
6	1/–	1/–	8/23	2/–	1/-	5/175
7	1/–	3/234	3/9	2/–	1/-	10/265
Частота вращения 1800 об/мин						
1	25/30	3/100	1/–	10/107	3/112	1/–
2	28/331	1/–	3/254	5/242	1/–	1/–
3	10/229	3/196	1/–	5/198	5/202	3/310
4	3/6	8/24	3/77	0	3/27	8/175
5	3/270	8/274	18/185	5/242	3/256	18/174
6	1/–	1/–	10/28	2/–	1/–	5/221
7	1/–	3/158	3/315	2/–	1/–	8/209
Частота вращения 1560 об/мин						
1	23/316	3/337	1/–	10/16	3/335	1/–
2	13/265	5/156	3/158	15/182	5/153	3/198
3	8/133	5/152	1/–	10/140	5/155	3/196
4	3/247	5/1	8/62	2/–	2/-	15/125
5	3/105	8/222	13/179	5/134	3/163	20/129
6	1/–	3/227	10/28	2/–	1/–	8/204
7	1/–	1/–	1/–	2/–	1/–	3/210
Частота вращения 930 об/мин						
1	5/221	1/–	1/–	5/46	1/–	1/–
2	5/209	3/40	1/–	2/–	3/33	1/–
3	1/–	3/219	1/–	2/–	1/–	1/–
4	1/–	8/35	3/91	2/–	3/35	8/23
5	1/–	3/212	15/190	2/–	1/–	5/264
6	1/–	1/–	8/315	2/–	1/–	15/117
7	1/–	1/–	8/309	2/–	1/–	13/152

Таблица 3.3 – **ДКВ радиальных и угловых смещений осей роторов в соединительных муфтах турбоагрегата К-300-240-2 ХТГЗ. *Вертикальная составляющая вибрации***

Номер опоры	Смещение осей роторов в одной муфте				
	радиальное		угловое		
	РСД–РНД	РНД–РГ	РВД–РСД	СД–РНД	РНД–РГ
Частота вращения 3000 об/мин					
1	1/194	0	2/59	2/20	1/5
2	1/315	1/221	2/257	7/190	3/174
3	4/145	1/297	2/206	11/249	3/273
4	10/77	3/201	1/328	4/314	10/192
5	7/354	5/203	1/199	5/227	10/249
6	2/125	8/119	1/299	2/342	5/317
7	2/97	7/102	1/281	2/317	6/310
Частота вращения 1980 об/мин					
1	1/66	1/84	3/17	2/74	1/100
2	1/88	1/250	4/285	3/150	1/254
3	2/195	1/301	2/222	10/224	1/299
4	5/26	3/159	1/355	3/240	6/173
5	2/311	4/195	1/280	2/205	8/204
6	1/140	2/117	0	1/46	3/310
7	1/254	1/69	0	1/92	2/286
Частота вращения 1560 об/мин					
1	2/299	1/243	4/331	4/286	1/248
2	4/143	1/81	4/212	12/139	2/96
3	6/151	1/78	5/134	15/154	1/101
4	6/6	5/99	1/328	2/128	12/118
5	3/260	5/162	1/87	5/119	7/162
6	1/346	7/67	0	1/244	6/249
7	0	4/27	0	1/195	4/226
Частота вращения 1380 об/мин					
1	1/265	0	3/315	3/253	1/200
2	3/110	1/45	3/206	8/109	1/54
3	4/124	1/355	4/107	10/126	1/17
4	3/358	4/86	1/286	2/142	8/98
5	4/259	4/163	1/52	4/102	6/157
6	1/308	6/48	0	1/193	6/217
7	1/309	4/359	0	1/140	4/194

Таблица 3.4 – **ДКВ радиальных и угловых смещений осей роторов в соединительных муфтах турбоагрегата К-500-240-2 ХТГЗ. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Смещение осей роторов в одной муфте							
	радиальное				угловое			
	РВД–РСД	РСД–РНД1	РНД1–РНД2	РНД2–РГ	РВД–РСД	РСД–РНД1	РНД1–РНД2	РНД2–РГ
Частота вращения 3000 об/мин								
1	1/146	0	0	0	1/162	0	0	0
2	2/166	0	0	0	1/170	0	0	0
3	2/348	0	0	0	0	1/163	0	0
4	1/316	5/167	1/22	0	1/185	4/175	0	0
5	0	11/351	6/1	1/212	0	8/168	4/32	1/235
6	1/290	8/189	7/184	1/40	0	5/101	6/177	0
7	0	1/212	6/340	6/12	0	1/117	17/176	3/46
8	0	2/35	1/287	11/178	0	1/301	10/20	9/174
9	0	0	0	2/337	0	0	0	2/150
10	0	0	0	3/7	0	0	1/44	5/195
Частота вращения 1980 об/мин								
1	8/95	2/78	0	0	13/109	3/101	0	0
2	16/124	2/74	0	0	22/177	4/98	0	0
3	14/344	7/128	1/243	0	3/164	16/153	1/349	0
4	1/3	16/153	1/287	0	7/128	16/152	1/7	0
5	1/192	19/359	3/287	1/59	3/315	2/328	5/17	1/176
6	1/215	3/63	12/191	2/335	3/339	13/6	2/22	2/66
7	0	2/222	9/7	2/269	0	2/94	14/191	15/37
8	0	2/251	4/140	20/204	1/151	2/161	11/347	7/95
9	0	0	0	1/359	0	0	0	1/181
10	0	0	0	0	0	0	0	1/160
Частота вращения 1860 об/мин								
1	5/24	2/330	0	0	8/24	3/348	0	0
2	3/85	2/288	0	0	4/29	3/306	0	0
3	9/300	10/79	0	0	3/87	16/98	1/291	0
4	12/268	18/109	0	0	6/77	27/100	1/295	0
5	3/79	12/334	2/341	0	2/247	9/247	3/13	0
6	2/108	3/224	9/182	0	1/277	9/327	2/10	0
7	0	0	5/358	2/344	0	1/61	8/181	6/2
8	0	0	3/174	7/178	0	0	7/359	4/181
9	0	0	0	14/6	0	0	1/33	9/188
10	0	0	0	1/189	0	0	0	0

Таблица 3.5 – **ДКВ радиальных и угловых смещений осей роторов в соединительных муфтах турбоагрегата К-500-65/3000 ХТГЗ. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Смещение осей роторов в одной муфте									
	радиальное					угловое				
	РНД4–РНД3	РНД3–РВД	РВД–РНД1	РНД1–РНД2	РНД2–РГ	РНД4–РНД3	РНД3–РВД	РВД–РНД1	РНД1–РНД2	РНД2–РГ
Частота вращения 3000 об/мин										
1	5/80	1/336	1/233	1/80	0	4/118	2/26	1/312	1/190	1/92
2	5/228	1/128	2/33	1/244	1/210	3/268	2/188	1/114	1/353	1/255
3	3/358	2/65	2/289	1/117	1/87	4/210	5/86	1/3	1/234	1/133
4	2/257	3/174	1/94	1/287	1/256	5/111	5/222	1/168	1/41	1/301
5	1/308	4/50	4/37	1/175	1/163	1/194	1/312	4/90	2/314	1/209
6	0	3/227	3/199	0	0	1/5	1/124	2/189	1/139	0
7	1/191	2/296	10/42	1/239	2/291	1/78	1/210	4/200	8/80	2/336
8	1/360	2/109	7/220	5/144	1/105	1/248	1/19	4/115	7/221	2/150
9	1/104	1/196	3/296	6/63	5/47	1/344	1/120	1/191	3/266	6/95
10	1/262	1/357	3/102	6/243	7/209	1/142	1/279	1/358	5/100	5/213
11	1/280	1/11	2/111	3/255	10/359	1/162	1/298	1/8	3/115	7/205
12	0	1/84	2/182	2/329	2/79	0	1/11	1/79	2/192	4/350
Частота вращения 2520 об/мин										
1	3/72	1/325	1/180	0	0	2/115	1/357	1/274	1/127	0
2	2/229	1/111	1/328	0	0	1/269	1/155	1/65	1/276	0
3	2/0	2/57	1/252	0	0	2/212	3/71	1/336	1/185	0
4	1/240	1/196	1/79	0	0	3/89	2/230	1/163	1/7	0
5	0	3/64	3/12	0	1/124	1/199	1/28	3/76	2/282	1/142
6	0	2/218	5/225	0	0	1/346	1/126	2/221	2/145	1/351
7	1/150	1/290	8/50	1/77	1/282	1/49	1/199	1/204	5/69	1/293
8	0	1/78	4/202	2/147	1/142	0	1/353	3/100	3/232	1/148
9	0	0	1/256	3/54	4/46	0	0	1/162	1/240	4/51
10	0	1/297	1/58	4/224	5/230	0	0	1/326	2/86	4/226
11	0	0	0	0	4/353	0	0	0	0	6/115
12	0	1/325	1/78	2/246	4/35	0	1/248	1/349	2/115	6/283

Таблица 3.6 – **ДКВ радиальных и угловых смещений осей роторов в соединительных муфтах турбоагрегата К-500-60/1500 ХТГЗ. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Смещение осей роторов в одной муфте			
	радиальное		угловое	
	РВД–РНД	РНД–РГ	РВД–РНД	РНД–РГ
Частота вращения 1500 об/мин				
1	3/356	1/339	4/28	3/192
2	7/192	1/121	9/16	1/195
3	5/357	5/350	4/133	8/67
4	5/183	5/186	7/25	7/59
5	1/314	8/9	2/153	8/114
6	1/131	8/196	2/340	12/60

Таблица 3.7 – **ДКВ радиальных и угловых смещений осей роторов в соединительных муфтах турбоагрегата К-800-240-3 ЛМЗ. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Смещение осей роторов в одной муфте									
	радиальное					угловое				
	РВД–РСД	РСД–РНД1	РНД1–РНД2	РНД2–РНД3	РНД3–РГ	РВД–РСД	РСД–РНД1	РНД1–РНД2	РНД2–РНД3	РНД3–РГ
Частота вращения 3000 об/мин										
1	1/154	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	5/186	1/67	1/52	1/58	0	0	2/96	2/86	1/96	1/80
3	7/28	2/44	1/3	1/1	0	2/219	1/85	2/37	1/39	1/20
4	3/266	10/200	2/153	1/132	1/94	2/199	11/220	5/186	2/172	2/145
5	1/20	14/42	4/110	3/68	2/25	0	1/269	9/142	4/109	4/74
6	6/160	6/238	7/212	3/180	2/132	0	8/184	15/244	5/222	5/180
7	2/246	2/336	6/44	5/120	3/49	0	3/282	14/275	7/165	5/86
8	5/155	5/198	3/252	8/216	2/164	2/27	6/156	12/164	10/250	4/193
9	2/246	2/290	1/348	5/33	5/98	0	2/248	4/257	10/257	6/129
10	3/136	4/172	2/197	2/268	12/215	0	4/130	5/117	8/138	10/231
11	2/186	2/222	1/244	1/280	10/4	0	2/179	3/158	5/159	10/221
12	1/253	1/287	1/305	1/313	1/20	0	1/244	1/217	2/196	2/332
Частота вращения 2280 об/мин										
1	1/174	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1/195	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	5/19	0	0	0	0	2/218	1/185	0	0	0
4	2/285	7/201	0	1/337	1/299	2/199	9/213	2/138	1/88	1/316
5	1/287	12/24	1/122	1/290	2/257	0	3/214	5/130	3/53	2/274
6	3/43	3/273	7/204	0	1/25	0	4/180	13/222	2/211	1/40
7	2/106	1/236	6/18	1/155	3/314	0	1/96	11/225	8/156	3/327
8	2/6	1/125	1/295	5/200	1/79	0	1/12	5/158	8/224	1/93
9	2/98	1/217	1/273	6/8	4/69	0	2/109	3/187	11/217	4/109
10	1/292	1/47	1/91	2/312	11/202	0	2/300	1/5	5/145	10/194
11	0	0	0	1/249	8/342	0	0	1/89	2/114	12/154
12	1/339	1/97	1/147	1/162	2/102	0	1/350	1/43	0	5/272
Частота вращения 1740 об/мин										
1	5/117	1/147	1/83	0	0	7/152	1/116	1/132	1/56	0
2	16/165	1/207	1/116	1/65	1/284	14/145	2/71	2/196	2/86	0
3	9/16	3/141	1/104	1/90	0	5/186	8/144	2/98	1/113	0
4	0	11/192	1/93	0	0	7/143	16/180	3/95	0	0
5	1/201	14/10	5/125	1/159	2/74	2/85	13/138	13/111	2/207	1/97
6	2/300	5/261	7/167	0	0	2/85	12/139	13/168	0	0
7	1/52	2/224	8/348	7/118	2/173	0	1/122	15/177	13/115	2/135
8	1/222	1/354	3/296	7/167	1/71	0	1/125	9/112	10/170	1/222
9	0	0	0	4/332	5/54	0	0	1/360	7/148	6/111
10	1/96	1/253	1/290	5/275	8/187	0	1/111	1/187	13/97	10/139
11	0	0	0	1/77	6/37	0	0	1/302	2/227	3/217
12	0	0	0	0	2/18	0	0	1/244	1/79	4/202
Частота вращения 1620 об/мин										
1	7/79	2/75	1/358	0	0	9/117	3/56	2/23	1/329	0
2	13/154	3/48	1/350	0	0	19/111	5/33	1/306	1/3	0
3	12/17	7/125	2/50	1/37	0	7/161	12/121	4/42	1/55	0
4	2/294	10/184	1/35	0	0	5/102	13/166	3/39	0	0

Окончание таблицы 3.7

Номер опоры	Смещение осей роторов в одной муфте									
	радиальное					угловое				
	РВД–РСД	РСД–РНД1	РНД1–РНД2	РНД2–РНД3	РНД3–РГ	РВД–РСД	РСД–РНД1	РНД1–РНД2	РНД2–РНД3	РНД3–РГ
5	2/182	12/9	6/97	1/109	1/20	2/352	13/100	14/37	1/137	1/38
6	1/249	5/246	5/146	0	0	2/9	10/105	9/143	1/16	0
7	1/22	1/159	6/334	6/95	1/132	0	1/330	13/153	10/94	2/63
8	1/200	1/318	7/281	8/157	2/15	0	2/66	13/95	12/149	1/23
9	0	0	1/143	5/333	7/41	0	0	1/339	8/142	10/99
10	0	1/195	1/234	5/269	8/196	0	1/29	1/65	11/78	10/128
11	0	0	0	1/49	8/37	0	0	1/273	2/172	4/215
12	0	0	0	0	2/13	0	0	2/191	1/25	4/193
Частота вращения 1560 об/мин										
1	12/68	3/32	1/311	0	0	12/92	5/19	1/326	1/288	0
2	8/156	3/354	1/266	0	0	14/85	5/352	1/246	0	0
3	11/10	7/110	2/23	0	0	5/156	10/110	4/15	1/22	0
4	3/288	10/179	1/8	0	0	5/87	13/159	3/12	0	0
5	3/155	10/11	6/85	1/78	1/355	2/313	11/84	13/77	1/95	0
6	1/206	4/238	4/140	0	0	2/335	8/88	6/134	1/356	0
7	1/16	2/136	7/333	6/91	1/107	0	2/300	13/148	11/92	2/35
8	1/175	1/284	7/275	8/155	2/347	0	2/40	13/89	12/145	1/348
9	0	0	1/131	4/332	6/34	0	0	2/323	6/137	9/88
10	0	0	1/208	5/256	7/203	0	0	1/27	10/68	7/118
11	0	0	0	0	9/36	0	0	1/267	2/152	5/214
12	0	0	0	0	2/10	0	0	1/166	1/356	4/187

Таблица 3.8 – **ДКВ радиальных и угловых смещений осей роторов в соединительных муфтах турбоагрегата К-1000-60/1500-1 ХТГЗ. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Смещение осей роторов в одной муфте									
	радиальное					угловое				
	РВД–РСД	РСД–РНД1	РНД1–РНД2	РНД2–РНД3	РНД3–РГ	РВД–РСД	РСД–РНД1	РНД1–РНД2	РНД2–РНД3	РНД3–РГ
Частота вращения 1500 об/мин										
1	1/355	1/152	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1/256	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	6/346	17/322	11/170	5/7	3/219	7/176	9/97	6/219	4/58	2/251
4	2/254	10/241	3/149	1/8	1/235	2/83	5/62	2/200	1/67	1/267
5	1/269	16/51	15/27	5/231	2/97	1/127	7/223	9/81	3/303	1/134
6	0	7/221	7/246	2/65	1/259	1/260	3/67	6/205	1/121	0
7	0	3/275	20/58	15/9	4/245	1/290	2/102	7/187	11/91	3/285
8	0	2/61	11/183	8/227	1/106	0	1/281	6/97	6/160	1/146
9	0	2/97	6/254	19/54	8/43	0	1/293	2/129	7/197	8/87
10	0	1/287	3/48	11/188	5/225	0	0	2/316	6/104	3/174
11	0	0	1/67	2/224	8/20	0	0	0	1/114	9/205
12	0	0	0	0	3/9	0	0	0	0	5/198

Таблица 3.9 – **ДКВ радиальных и угловых смещений осей роторов в соединительных муфтах турбоагрегата К-1000-60/1500-2 ХТГЗ. Вертикальная составляющая вибрации**

Номер опоры	Смещение осей роторов в одной муфте							
	радиальное				угловое			
	РВД–РНД1	РНД1–РНД2	РНД2–РНД3	РНД3–РГ	РВД–РНД1	РНД1–РНД2	РНД2–РНД3	РНД3–РГ
Частота вращения 1500 об/мин								
1	1/320	1/289	0	0	2/92	1/45	0	0
2	1/247	1/ 4	0	0	1/97	1/104	1/239	0
3	2/328	5/354	3/238	1/199	3/122	8/70	3/297	1/227
4	6/228	12/225	2/158	1/230	7/61	4/76	3/201	1/229
5	1/60	11/42	8/3	2/335	1/245	2/94	8/61	2/358
6	2/109	6/203	10/236	1/356	2/305	7/72	4/66	1/332
7	1/60	2/300	14/68	6/113	1/255	1/288	7/191	9/144
8	1/18	3/82	14/192	8/164	1/214	3/347	6/105	5/162
9	0	1/148	1/272	5/37	0	0	0	6/221
10	0	0	0	1/21	0	0	0	2/185

Приложение 4
(обязательное)

ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ, НА КОТОРЫЕ ИМЕЮТСЯ ССЫЛКИ В СО 34.30.604–00 (РД 153-34.1-30.604–00)

Обозначение НД	Наименование и дата ввода НД	Пункт, в котором имеется ссылка
ГОСТ ИСО 2371–97	Оборудование для балансировки механизмов на месте их установки. Требования к описанию. Ввод с 01.07.1999 г.	1.1; 1.2; 4.2.5
ГОСТ 25364–97	Агрегаты паротурбинные стационарные. Нормы вибрации опор валопроводов и общие требования к проведению измерений. Ввод с 01.07.1999 г.	1.1; 1,3; 2.1.7, 4.2.1;5
РТМ 108.021.05–82	Турбины паровые стационарные. Методы предотвращения низкочастотной вибрации валопроводов. Ввод с 01.07.1983 г.	2.1.1
ГОСТ 27165–97	Агрегаты паротурбинные стационарные. Нормы вибрации валопроводов и общие требования к проведению измерений. Ввод с 01.07.1999 г.	4.2.1; 5
РД 34.20.501–95 (ПТЭ)	Правила технической эксплуатации электростанций и сетей РФ. Ввод с 1996 г.	4.2.1
ГОСТ 22061–76	Машины и технологическое оборудование. Система классов точности балансировки. Основные положения. Ввод с 01.01.1977 г.	4.5.2; 4.5.3; 5
ГОСТ ИСО 11342–95	Вибрация. Методы и критерии балансировки гибких роторов. Ввод с 01.01.1997 г.	5

СОДЕРЖАНИЕ

1 АППАРАТУРА ДЛЯ БАЛАНСИРОВКИ 4
2 ВИБРАЦИОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ 4
2.1 Требования к измерениям вибрации и режимам работы 4
2.2 Измерения фаз вибрации 7
2.3 Объем измерений 9
2.4 Технология измерений 10
3 ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДИСБАЛАНСА ВАЛОПРОВОДА И ВОЗМОЖНОСТИ БАЛАНСИРОВКИ ДОСТУПНЫМИ ПЛОСКОСТЯМИ КОРРЕКЦИИ 10
4 БАЛАНСИРОВКА ВАЛОПРОВОДОВ 13
4.1 Динамические коэффициенты влияния 13
4.2 Планирование и организация балансировочных работ 15
4.3 Балансировочные расчеты 16
4.4 Балансировка консольного участка ротора генератора 20
4.5 Оценка влияния ремонтных работ на вибрацию турбоагрегата и технология компенсации дисбаланса во время ремонта 21
4.6 Некоторые особые случае балансировки 26
4.7 Балансировочные грузы 28
5 ОЦЕНКА КАЧЕСТВА БАЛАНСИРОВКИ 29
6 ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ (ПТБ) ПРИ БАЛАНСИРОВКЕ ВАЛОПРОВОДОВ 31
Приложение 1 РАСЧЕТНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЛИЯНИЯ БАЛАНСИРОВОЧНЫХ ГРУЗОВ 33
Приложение 2 ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА КОРРЕКТИРУЮЩИХ МАСС ПРИ КОМПЕНСАЦИИ ОСТАТОЧНОГО ПРОГИБА РОТОРОВ, ДОПУСКАЕМОГО ЗАВОДОМ-ИЗГОТОВИТЕЛЕМ 88
Приложение 3 РАСЧЕТНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЛИЯНИЯ НА ВИБРАЦИЮ ОПОР ОТКЛОНЕНИЙ ОТ СООСНОСТИ В СОЕДИНЕНИЯХ РОТОРОВ ТУРБОАГРЕГАТОВ 94
Приложение 4 ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ, НА КОТОРЫЕ ИМЕЮТСЯ ССЫЛКИ В СО 34.30.604–00 (РД 153-34.1-30.604–00) 103

gost.e-ecolog.ru