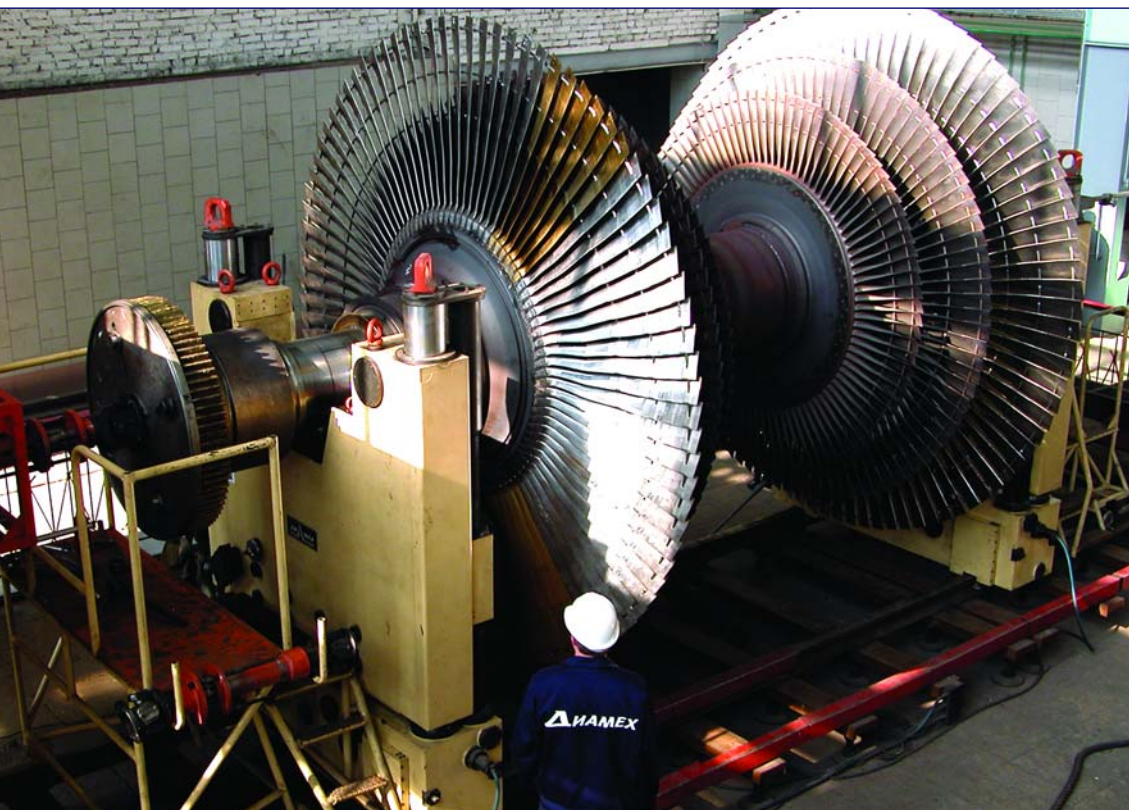


## **БАЛАНСИРОВОЧНЫЕ СТАНКИ / СЕРИИ ВМ** **ДЛЯ РОТОРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТУРБОАГРЕГАТОВ**



Первый балансировочный станок модели ВМ-36000 был установлен в 1999 году на Центральном ремонтном заводе ОАО "Мосэнерго". За 8 лет на нем было уравновешено более 400 различных роторов.

**В условиях электростанций и ремонтных предприятий единственно разумным и экономически обоснованным путем обеспечения вибрационной надежности является уравнивание отдельных роторов в процессе ремонта на низкочастотных балансировочных станках. Балансировка роторов турбин и генераторов на станке должна быть обязательной операцией, завершающей технологический процесс ремонта.**

Запуск в эксплуатацию балансировочного станка VM-90000 на Сургутской ГРЭС-2 стал знаковым событием для всей энергосистемы Западно-Сибирского региона. Впервые крупнейшая российская электростанция была оснащена отечественным балансировочным станком грузоподъемностью 90 тонн.

Многопослостная низкочастотная балансировка гибких роторов, гарантирующая нормальный уровень вибрации агрегата во всем рабочем диапазоне частот вращения, включая прохождение критических (резонансных) частот может быть осуществлена на балансировочных станках серии VM.

Широко практикуемая в России балансировка валопроводов в собственных подшипниках, с использованием ограниченного числа доступных плоскостей коррекции, нигде в мире не используется так широко. Ни одна зарубежная энергетическая компания не считает для себя возможным нести столь значительные затраты на многочисленные балансировочные пуски, особенно мощных блоков. Поэтому балансировка агрегатов в собственных подшипниках обычно рассматривается ими только как доводочная операция для учета нагрузочных или тепловых факторов, которые часто невозможно учесть иначе. И выполняется обычно поэтапно в процессе эксплуатации, с установкой и корректировкой балансировочных грузов только при плановых остановках агрегата. А необходимость балансировки валопровода при вводе агрегата в эксплуатацию из ремонта воспринимается как ЧП и рассматривается чаще всего как результат некачественного ремонта.

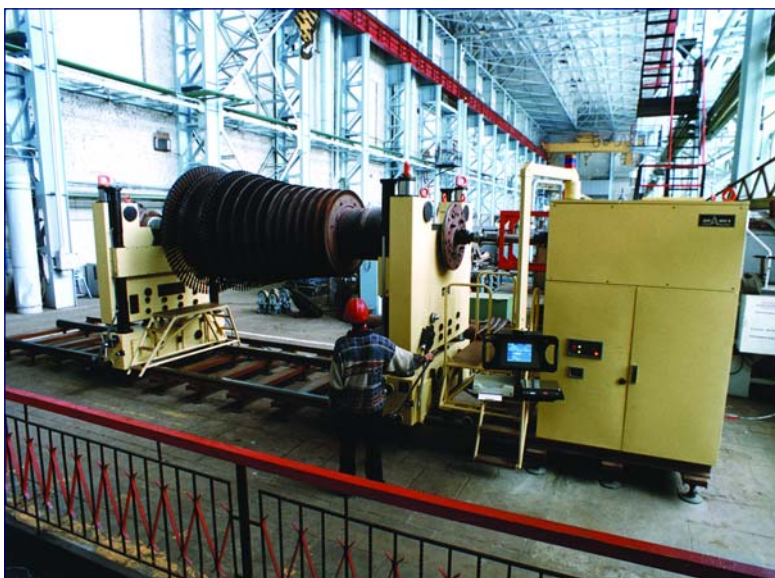
Многочисленные балансировочные пуски агрегата многократно снижают ресурс оборудования, поскольку повторяющиеся знакопеременные температурные напряжения, проходы через критические частоты вращения валопровода и резонансные частоты лопаточного аппарата часто являются причиной последующих разрушений лопаточного аппарата, интенсивного трещинообразования трубопроводов, серьезных повреждений и разрушений роторов и муфтовых соединений валопроводов.

Кроме того, высокая вибрация в процессе балансировочных пусков приводит и к потере тех качеств, которые были достигнуты в процессе ремонта, например, к снижению экономичности турбины в результате задеваний и износа уплотнений.

Как показывает опыт использования при ремонте роторов турбоагрегатов балансировочных станков серии VM, пуск агрегата после ремонта проходит, как правило, без дополнительных работ по уравниванию валопровода в собственных подшипниках.



Участок балансировки Сургутской ГРЭС-2.  
Балансировочные станки VM-90000, VM-36000, VM-3000



Начиная с 1995 года, на ведущие электростанции и энергоремонтные предприятия России было поставлено более 80 балансировочных станков серии VM, из них 15 балансировочных станков модели VM-36000, два станка модели VM-65000 и семь станков модели VM-90000.

В тоже время, современное состояние парка энергетических машин отличается длительным периодом эксплуатации большинства турбоагрегатов. Следствием этого является наличие большого числа роторов с высоким прогибом, который может быть устранен во время ремонта только высокотемпературной правкой в специальной печи. Такая технология восстановления формы ротора начала внедряться в ремонтных предприятиях. Обязательной операцией после высокотемпературной правки является уравнивание ротора на станке.

### Высокоточная балансировка на низких частотах вращения

Основным преимуществом резонансных балансировочных станков является возможность производить балансировку с высокой точностью на сравнительно низких частотах вращения. При этом точность балансировки практически не зависит от дальнейшего повышения частоты вращения. Это очень важно понять и избегать безосновательного требования балансировать роторы на повышенных частотах вращения. Точность при этом не повышается, а преимущества резонансного станка теряются. Низкие резонансные частоты определяются податливостью опор. Собственная частота шарнирных опор, которые используются в станках серии ВМ, практически не зависит от массы балансируемого ротора. Отсутствие упругих элементов и к минимуму сведенное трение в шарнирах приближает свойства опор к математическому маятнику, собственная частота которого, как известно, зависит только от его длины и не зависит от массы. Это позволяет создавать опоры не просто с низкой собственной частотой, а супернизкой собственной частотой и тем самым обеспечивать очень низкие частоты вращения при балансировке.

### Отсутствие необходимости в специальном фундаменте

Все балансировочные станки серии ВМ, в том числе и балансировочные станки для роторов энергетических турбоагрегатов устанавливаются на обычный пол в цехе, отсутствует необходимость изготовления специального фундамента и виброизоляции. Это преимущество, во-первых, значительно снижает стоимость строительно-монтажных работ, во-вторых, определяет короткий срок ввода станка в эксплуатацию, в-третьих, позволяет транспортировать станок на специальном автоприцепе к месту проведения балансировки, тем самым осуществить стратегию "Станок к Ротору" (для станков моделей ВМ-25000 и ВМ-36000), которая успешно применяется компаниями Энергоремонт, г. Нижний Новгород (ВМ-36000) и "Челябэнергоремонт" (ВМ-36000).

### Самоустанавливающиеся роликовые опоры

Вращение ротора на станке осуществляется на роликовых опорах, а не во вкладышах подшипников, что исключает необходимость маслоснабжения станка и значительно упрощает его эксплуатацию и обслуживание. Самоустанавливающиеся роликовые опоры с цилиндрическими опорными роликами исключают необходимость тщательной центровки и предотвращают накатку опорных поверхностей роторов, эта проблема особенно часто встречается при балансировке тяжелых роторов на станках других типов.



Балансировочный станок ВМ-36000 с дополнительным ременным приводом



Балансировочный станок ВМ-36000



Балансировочный станок ВМ-36000

### Автоматизированный расчет данных балансировок

Современный микропроцессорный измерительно-управляющий модуль на базе промышленного компьютера с активным TFT монитором, обеспечивает автоматизированное управление процессом балансировки, хранение информации о конфигурации роторов, вывод на экран исходных значений дисбалансов и результатов балансировок, распечатку протоколов балансировок.

### Сервис. Обучение. Инжиниринг.

- Хорошо налаженная система сервисного обслуживания станков и обеспечение запасными частями.
- Подготовка специалистов по балансировке в собственном Учебном Центре.
- Разработка и внедрение методик уравнивания сложных роторов.



Балансировочный станок модели ВМ-65000, введенный в эксплуатацию на Кармановской ГРЭС в 2007 году позволяет выполнять балансировку всех типов турбинных и генераторных роторов (массой до 65 т.) оборудования ООО "БГК", включая ротор генератора ТВВ-320. Применение данного станка позволило значительно снизить количество балансировок в собственных подшипниках на этапе ввода оборудования после ремонта.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАЛАНСИРОВОЧНЫХ СТАНКОВ серии ВМ (грузоподъемность до 90 тонн)

	ВМ-25000	ВМ-36000	ВМ-65000	ВМ-90000
Максимальная масса ротора, кг	25000	40000	65000	90000
Минимальная масса ротора*, кг	6000 / 500	7000 / 500	9000	10000
Максимальный диаметр ротора при опорных шейках min диаметра, мм	4000	4000	4000	4000
Диаметр опорных шеек ротора, мм	50...500	50...500	150...530	150...530
Расстояние между серединами опорных шеек ротора, мм	900...7500	900...8500	1500...10000	1500...12000
Тип опор	Ролики / Призмы			
Чувствительность, г·мм/кг	0,1	0,1	0,4	0,4
Частота вращения при балансировке, об/мин	от 100			
Тип электродвигателя	Переменного тока с регулируемой частотой			
Мощность электропривода, кВт	35	35	50	50
Элемент, передающий вращение	Кардан (ст.) / Кардан+Ремень (опц.)		Кардан	Кардан
Приборное оснащение	Микропроцессорный измерительно-управляющий модуль САПФИР на базе промышленного компьютера с активным TFT дисплеем.			
Длина основания, мм	10000	12000	14000	17000
Ширина станка, мм	2800	2800	2800	2800
Масса станка, кг	15000	16000	18000	20000
Требования к фундаменту	Станок устанавливается на обычный жесткий пол в цехе!			

\* Минимальная масса балансируемого ротора для балансировочных станков ВМ-25000, ВМ-36000, оснащенных дополнительным ременным приводом, может составлять 500 кг.

**Дополнительные возможности**

ДИАМЕХ 2000 предлагает мобильный вариант поставки станков ВМ-25000 и ВМ-36000, при котором транспортировка станка осуществляется на специальном автомобильном прицепе марки Nefaz. Такой вариант успешно используется предприятием "Энергоремонт" г. Дзержинск и предприятием "Челябэнергоремонт" на Урале.

В качестве специальной комплектации балансировочных станков ВМ-25000, ВМ-36000, ВМ-65000, ВМ-90000 предлагается специальный комплекс для механической обработки и контроля биений поверхностей ротора.

Балансировочные станки моделей ВМ-25000, ВМ-36000 могут дополнительно оснащаться ременным приводом, минимальная масса уравниваемого ротора в данном случае составляет 500 кг.



Полуавтоматический токарно-шлифовальный комплекс с компьютерным управлением для механической обработки поверхностей ротора с устройством для автоматического контроля биений ротора.

**ПОЛЬЗОВАТЕЛИ**

Предприятие	Модель станка	Ввод в эксплуат.	Местонахождение
ЦРМЗ Мосэнерго	ВМ-36000	1999 г.	Россия, г. Москва
Сургутская ГРЭС-1	ВМ-36000	2001 г.	Россия, г. Сургут
Тюменская ТЭЦ-2	ВМ-36000	2001 г.	Россия, г. Тюмень
Энергоремонт	ВМ-36000-М	2001 г.	Россия, г. Дзержинск
Камэнергоремонт	ВМ-36000	2001 г.	Россия, г. Казань
Нижевартовская ГРЭС	ВМ-36000, ВМ-90000	2002 г., 2009 г.	Россия, г. Излучинск
Талимарджанская ГРЭС	ВМ-36000	2002 г.	Узбекистан, г. Карши
Тобольская ТЭЦ	ВМ-36000	2003 г.	Россия, г. Тобольск
Конаковская ГРЭС	ВМ-36000	2004 г.	Россия, г. Конаково
Челябэнергоремонт	ВМ-36000-М	2006 г.	Россия, г. Челябинск
Теплоэнергосервис-ЭК	ВМ-36000	2006 г.	Россия, г. Екатеринбург
Турбинист	ВМ-36000	2006 г.	Россия, г. Самара
МАЭК	ВМ-36000	2008 г.	Казахстан, г. Актау
Красноярская ТЭЦ-3	ВМ-36000	2008 г.	Россия, г. Красноярск
ЗСМК	ВМ-36000	2008 г.	Россия, г. Новокузнецк
Энергоремонт	ВМ-65000	2007 г.	Россия, г. Уфа
Верхнетагильская ГРЭС	ВМ-65000	2008 г.	Россия, г. Верхний Тагил
Сургутская ГРЭС-2	ВМ-90000	2003 г.	Россия, г. Сургут
Пермская ГРЭС	ВМ-90000	2003 г.	Россия, г. Добрянка
Курская АЭС	ВМ-90000	2007 г.	Россия, г. Курск
Ленинградская АЭС	ВМ-36000, ВМ-90000	2007 г., 2008 г.	Россия, г. Сосновый Бор
Смоленская АЭС	ВМ-90000	2007 г.	Россия, г. Смоленск
Каширская ГРЭС	ВМ-90000	2008 г.	Россия, г. Кашира

Учитывая потребности энергоремонтных предприятий и электростанций в балансировочных станках различной грузоподъемности, «ДИАМЕХ 2000» предлагает две новые модели балансировочных станков с максимальными массами балансируемых роторов 25 тонн и 65 тонн (балансируочные станки ВМ-25000, ВМ-65000)

## Отзывы специалистов

*ЦРМЗ "Мосэнерго"*

*Начальник лаборатории вибрации А.В. Егоров*

Все роторы турбин ОАО "Мосэнерго" проходят балансировку на станке производства ООО "Диамех 2000". В среднем, на станке модели ВМ-36000 балансируется до 52-57 роторов в год, с момента пуска станка общее число уравновешенных роторов турбин и генераторов приближается к 400 (по состоянию на конец 2006 года). Роторы генератора после проведения ремонта и балансировки на станке ВМ-36000 в редких исключениях требуют проведения добалансировки в собственных подшипниках с минимальным, не более 1-2 количеством пусков.

*Пермская ГРЭС*

*Начальник лаборатории вибрации А.С. Адамов*

Станок ВМ-90000 приобретен станцией в начале 2003 года. За период 2003-2006 годы все три турбоагрегата К-800-240 прошли капитальные ремонты, а их роторы высокого, среднего, низкого давлений, генераторы и возбуждители прошли балансировку на станке. Общее количество уравновешенных роторов составило 21 ротор, массы которых варьировались от 90 тонн (ротор генератора) до 8 тонн (ротор возбуждителя). Кроме того, станок использовался для балансировки роторов дутьевых вентиляторов и дымососов и роторов ряда ТЭЦ ОАО "Пермэнерго".

Станки удобны и просты в эксплуатации, подготовка специалистов-балансировщиков для работы на станке занимает от 0,5 до 3-х смен, в зависимости от начальной подготовки специалиста.

*Челябэнергоремонт*

*Руководитель группы вибрации К.В. Слащев*

Балансировочный станок ВМ-36000-М, производства ООО "Диамех 2000", приобретенный в мае 2006 года, используется согласно концепции "Станок к Ротору" на базе полуприцепа Nefaz. Монтаж станка с прицепа до рабочего состояния силами 2-х специалистов занимает около 5 часов. Комплексное использование станка значительно сократило затраты и сроки проведения ремонтных работ.



Сразу три станка грузоподъемностью 90 тонн были введены в эксплуатацию в 2007 году на атомных электростанциях концерна Росэнергоатом.



Участок балансировки роторов на Сургутской ГРЭС-1, балансировочные станки ВМ-36000, ВМ-8000, ВМ-1000.

**В 2004 году фирма «ДИАМЕХ 2000» за разработку, производство и внедрение балансировочных станков серии ВМ удостоена премии Правительства РФ в области науки и техники**