

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**



Кафедра автомобильного транспорта

БАЛАНСИРОВКА АВТОМОБИЛЬНЫХ КОЛЁС НА СТАНКЕ БМ 200

Методические указания

Составители: И.Х. Хасанов, А.Н. Мельников

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Оренбург
2021

УДК 629.33.08(076.5)
ББК 39.33-08я7
Б 20

Рецензент - кандидат технических наук, доцент Р.Х. Хасанов

Б20 Балансировка автомобильных колёс на станке БМ 200: методические указания/ составители: И.Х. Хасанов, А.Н. Мельников; Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург : ОГУ, 2021.

Методические указания включают теоретическое изложение материала лабораторной работы, описание технологии балансировки автомобильных колёс и контрольные вопросы для самоподготовки.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы по дисциплинам «Основы технической эксплуатации и ремонта автомобилей», «Техническая эксплуатация автомобилей» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль «Автомобильный сервис», по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства.

УДК 629.33.08(076.5)
ББК 39.33-08я7

© Хасанов И.Х.,
Мельников А.Н., составление, 2021
© ОГУ, 2021

Содержание

1	Цель работы	4
2	Продолжительность выполнения работы	4
3	Приборы, оборудование и инструмент	4
4	Меры безопасности при выполнении работы	4
5	Основные положения	6
5.1	Общие сведения о дисбалансе	6
5.2	Причины возникновения дисбаланса, виды неуравновешенности колёс и их влияние на работу автомобиля	7
5.3	Основные методы коррекции дисбаланса	12
5.4	Единицы измерения неуравновешенности колёс	14
5.5	Виды неуравновешенности колёс, причины и влияние неуравновешенности на работу автомобиля	15
5.6	Краткая характеристика балансировочного станка модели БМ 200	17
5.7	Общий принцип работы измерительного устройства	23
5.8	Принцип работы балансировочного станка модели БМ 200	24
6	Порядок выполнения работы	28
6.1	Подготовка станка к балансировке колеса	28
6.2	Балансировка колеса по суммарному дисбалансу в двух плоскостях коррекции	29
6.3	Балансировка колеса по статическому и динамическому (моментному) дисбалансам в двух плоскостях коррекции	30
6.4	Балансировка колеса, имеющего только одну плоскость коррекции	31
7	Форма и содержание отчёта	32
8	Контрольные вопросы	34
	Список использованных источников	35

1 Цель работы

Изучить виды неуравновешенности (дисбаланса) колёс; факторы, вызывающие неуравновешенность колеса в процессе эксплуатации, и влияние дисбаланса на работу автомобиля; устройство и работу балансировочного станка модели БМ 200 и его составных частей; порядок установки балансировочного колеса и последовательность операций при его балансировке; методику балансировки колеса по суммарному дисбалансу в двух плоскостях коррекции.

2 Продолжительность выполнения работы

Продолжительность выполнения лабораторной работы составляет 4 аудиторных часа: 2 часа – на изучение и освоение теоретического материала работы, 2 часа – на проведение практической части работы (балансировки колеса), составления отчёта и защиты лабораторной работы.

3 Приборы, оборудование и инструмент

На рабочем месте должны находиться: станок балансировочный БМ 200, колесо легкового автомобиля в сборе, измеритель ширины диска колеса, уравновешивающие грузы с прижимами, клещи-молоток для грузиков.

4 Меры безопасности при выполнении работы

При подготовке к использованию, балансировке колёс, испытаниях, эксплуатации и всех видах технического обслуживания балансировочного станка модели БМ 200 могут возникнуть следующие виды опасности:

- электроопасность;
- опасность травмирования движущимися частями.

Источником электроопасности являются цепи сетевого питания переменного тока напряжением ~ 220 В.

Источником опасности травмирования движущимися частями являются вращающийся приводной вал с колесом.

На корпусе имеется заземляющая бобышка, рядом с ней нанесён знак заземления  по ГОСТ 21130 - 75.

Электрическое сопротивление между заземляющей бобышкой и заземляющим контактом вилки не более 0,1 Ом.

При любых перерывах в работе продолжительностью более 1 часа БМ 200 необходимо отключать от электрической сети.

При любых ремонтных работах и техническом обслуживании балансировочный станок должен быть отключен от электрической сети, с предотвращением несанкционированного включения.

Неиспользуемый станок балансировки колёс необходимо предохранить от несанкционированного использования отключением внешнего электрического рубильника.

Перед закрытием кожуха и включением цикла измерения дисбаланса необходимо убедиться в том, что колесо правильно установилось на балансировочной оправке и надёжно на ней закреплено.

При вращении шпинделя оправка с колесом должна быть закрыта кожухом. *Категорически запрещается балансировать колесо с открытым кожухом.*

Запрещается останавливать вращающееся колесо руками или какими-либо предметами.

Не допускается балансировка колёс, масса которых превышает указанную в технической характеристике станка.

Перед установкой колеса на станок необходимо убедиться в том, что все элементы колеса и балансировочные грузы надёжно закреплены.

Запрещается эксплуатировать станок, если во время работы появились

дым, запах, характерные для горячей изоляции; повышенный шум, стук, вибрация; обнаружены неисправности электрической блокировки.

5 Основные положения

5.1 Общие сведения о дисбалансе

Дисбаланс колеса - неуравновешенность колеса относительно оси его вращения, которое выражается в появлении постороннего шума, прерывистого гула (тон которого меняется с изменением скорости движения) и даже вибрациями кузова или их ощущениями на рулевом колесе (при очень большом дисбалансе).

Явление, вызываемое дисбалансом, приводит к ухудшению управляемости транспортным средством, увеличивает износ шин, а также деталей ходовой части автомобилей, ухудшает комфортабельность езды, увеличивает шум при движении. Наличие дисбаланса создаёт периодически действующую на шину ударную нагрузку при качении колеса по дороге, что вызывает перенапряжение каркаса покрышки и повышает износ протектора. Большой дисбаланс создаётся у покрышек после ремонта местных повреждений с наложением манжет или пластырей. Пробег несбалансированных отремонтированных шин легковых автомобилей, по данным НИИАТа, уменьшается примерно на 25 % по сравнению с пробегами отбалансированных отремонтированных шин. Вредные последствия дисбаланса колёс возрастают с увеличением скорости движения автомобилей, нагрузки, температуры воздуха и ухудшением дорожных условий.

Дисбаланс колёс влияет особенно заметно при движении автомобиля со скоростью более 80 км/час (для разных моделей автомобилей скорость, при которой наиболее ощутим дисбаланс, может отличаться в 1,5 - 2 раза). Рекомендуется проверять балансировку колёс после 5000 км пробега.

5.2 Причины возникновения дисбаланса, виды неуравновешенности колёс и их влияние на работу автомобиля

Избыток массы на одной стороне ротора, представленной на рисунке 1 и есть дисбаланс или неуравновешенность колеса. Дисбаланс может также возникать от недостатка массы (отверстия, раковины, выбоины).



Рисунок 1 – Принципиальная схема неуравновешенности колеса автомобиля

Дисбаланс может быть вызван следующими факторами:

- недостатки изготовления, включая дефекты, возникающие при механической обработке и сборке колёс;
- изменения в структуре материала (пористость, инородные включения);
- несимметричная конструкция детали;
- асимметрия, возникающая в работе в результате перемещения каких-либо частей колеса автомобиля.

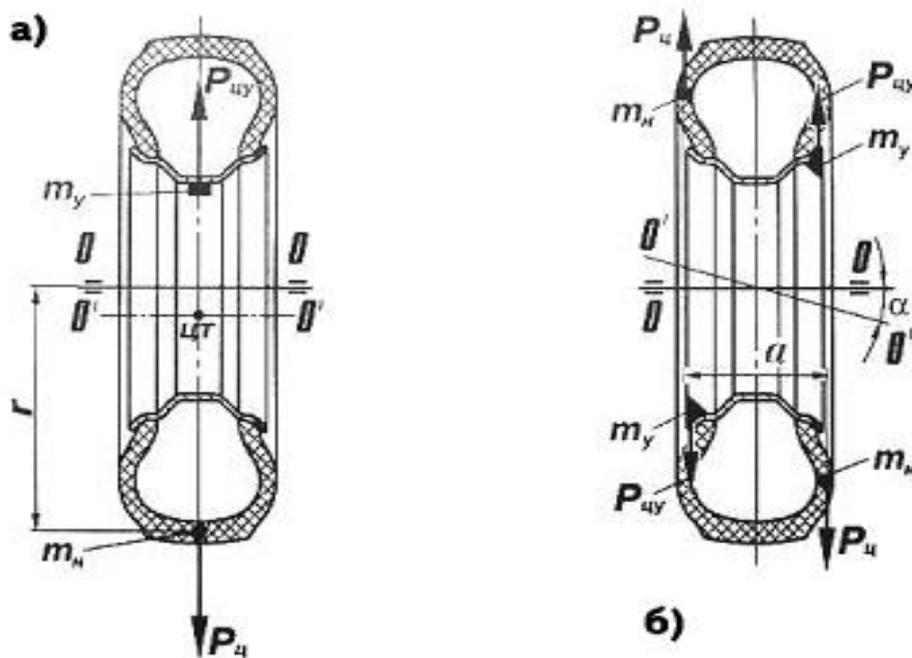
Симметричная конструкция и правильная сборка может часто минимизировать проблемы связанные с балансировкой колёс. Большой дисбаланс требует значительной корректировки. Необходимость балансировки должна учитываться ещё на этапе конструирования ротора.

Колесо любого транспортного средства является объектом вращения. Оно должно иметь симметричную форму, а это означает, что все точки поверхности

колеса в сечениях должны быть равноудалены от оси его вращения, а центр тяжести - лежать на этой оси.

Колесо считается уравновешенным (отбалансированным), когда ось его вращения является и главной центральной осью инерции. Но как само колесо, его составные части, так и резиновую шину изготовляют с определёнными допускаемыми отклонениями от номинальных значений параметров, поэтому оно практически всегда несимметрично, а, значит, и неуравновешенно.

Различают два основных вида неуравновешенности - статическую и динамическую. Статическая это такая неуравновешенность колеса, когда главная центральная ось инерции ($O' - O'$), на которой находится центр тяжести колеса (ЦТ), параллельна оси вращения ($O - O$), но не совпадает с ней (рисунок 2).



а) статический дисбаланс; б) динамический дисбаланс

Рисунок 2 – Дисбаланс автомобильного колеса

В этом случае сила тяжести неуравновешенной массы (m_n) такого колеса создаст вращающий момент: свободно установленное на оси колесо начнёт вращаться (колебаться подобно маятнику) и остановится только тогда, когда неуравновешенная масса (m_n) займёт крайнее нижнее положение. Значит, чтобы уравновесить данное колесо статически, надо с диаметрально противополо-

ложной стороны колеса установить корректирующую массу – уравнивающий груз (m_y). Такое уравнивание называется статической балансировкой колёс.

Динамический дисбаланс обусловлен неуравновешенностью по ширине колеса и может быть обнаружен только при его вращении. У такого колеса ось вращения хотя и проходит через центр тяжести, но с главной центральной осью инерции образует некоторый угол α . Неуравновешенные массы колеса в этом случае приводятся к двум массам (m_n), лежащим в диаметральной плоскости. При вращении колеса в местах расположения центров тяжести неуравновешенных масс возникнут центробежные силы (P_c), которые, действуя в противоположных направлениях, создадут пару сил с моментом вращения, характеризующим величину динамического дисбаланса.

Теперь для уравнивания колеса надо на закраинах обода в плоскости действия указанной пары сил с внутренней и с наружной стороны колеса укрепить соответствующие уравнивающие грузики (m_y), тем самым устранив динамический дисбаланс.

Дисбаланс колеса является следствием либо его конструкции - наличием вентиляционного отверстия в диске, переменного шага рисунка протектора шины, люком для регулировки тормозов в тормозном барабане, либо технологичности изготовления - неточности геометрической формы, отклонения размеров, неоднородности материалов и т.д.

Точность изготовления деталей колеса оценивается радиальным и боковым биениями, овальностью, местными отклонениями формы. На дисбаланс оказывают влияния биения, овальность - практически не влияет.

Радиальное биение характеризуется разностью расстояний от любых точек беговой дорожки протектора шины до оси вращения колеса. Боковое биение - разностью расстояний боковой поверхности за один оборот колеса от плоскости, перпендикулярной к оси вращения колеса.

Проблема дисбаланса и биений связана с качеством изготовления неуравновешенных вращающихся масс автомобиля. Создать идеальное колесо без

дисбаланса и биений практически невозможно. Поэтому на практике при производстве каждой детали колёсного узла и шины вводятся определённые ограничения, допуски, исходя из условий их работы и возможностей изготовления.

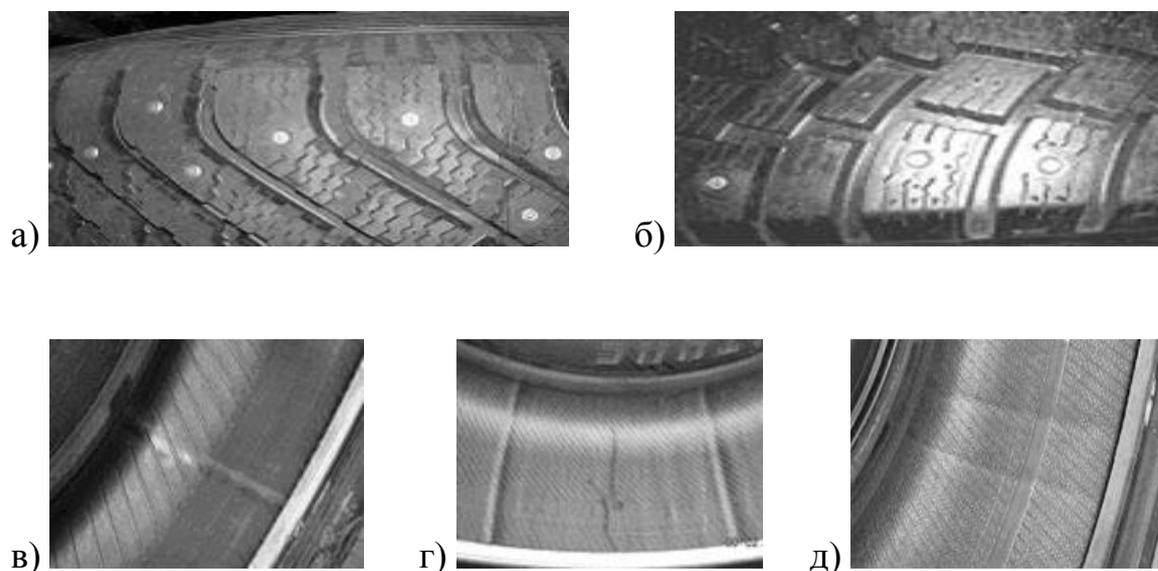
Основной причиной дисбаланса колеса является шина. Она наиболее удалена от центра вращения, имеет большой вес, сложную многокомпонентную структуру, изготовлена из различных материалов: резины, тканей, стальной проволоки и т.п. Чем дальше от центра лишняя масса материала покрышки, тем большее влияние на дисбаланс она оказывает.

Если шина камерная, то общий дисбаланс её складывается из дисбалансов покрышки и камеры, который также зависит от их взаимного расположения. В камере разная толщина стенки, её стык, особенно если он укреплен стыковочной ленточкой, вентиль оказывают влияние на дисбаланс. Поэтому чтобы его уменьшить, при изготовлении камеры вентиль устанавливают на сторону, противоположную стыку. Однако дисбаланс камеры намного меньше дисбаланса покрышки.

Основные факторы, влияющие на дисбаланс и биение покрышек:

- стык протектора, неравномерность его толщины по длине окружности, переменный шаг рисунка протектора, в зимних ошипованных шинах - шипы (в новой покрышке и по мере их выпадения);
- стыки в слое корда, стыки слоёв корда в каркасе и брекерере;
- стык герметизирующего слоя в бескамерной шине;
- неконцентричность бортовых колец, большой нахлест проволоки в бортовом кольце;
- непостоянство углов наклона нитей корда в слоях каркаса и брекера;
- расхождение нитей корда в слоях;
- точность изготовления пресс-формы;
- разная толщина боковых стенок и боковин;
- сгруппированные в одном месте маркировка обозначений на боковине покрышки и пр.

Большинство из перечисленных факторов, оказывающих влияние на дисбаланс колёс автомобиля, представлены на рисунке 3.



а), б) переменный шаг рисунка протектора шины; в), г), д) стыки слоя каркаса
шины

Рисунок 3 – Факторы, влияющие на дисбаланс колёс

Повышение требований к технологической точности всех процессов производства шин и деталей колеса - неперемное условие улучшения их качества, а ,значит, и снижения дисбаланса и биений.

Динамический дисбаланс шин в сборе с колесом должен устраняться корректирующей массой, указанной в таблице 1, с каждой стороны обода колеса.

Таблица 1 – Величина корректирующих масс грузиков для устранения динамического дисбаланса

Обозначение шины	Номинальный посадочный диаметр обода, дюйм	Корректирующая масса, г., не более
Радиальная (всех обозначений) 215/80R16C 225/75R16C	12	50
	13	60
	14-16	70
	16	140
	16	160
Диагональная (всех обозначений) 175/80-16C 6,50-16C	13	80
	14	100
	15	140
	16	120
	16	150

Биение шин должно быть не более норм, указанных в таблице 2.

Таблица 2 – Величина биения шин

Обозначение шины	Биение шин, мм, не более	
	радиальное	боковое
Радиальная с посадочным диаметром, дюйм		
12-14	1,0	1,5
15-16	1,5	2,0
Диагональная всех обозначений	2,0	3,0

5.3 Основные методы коррекции дисбаланса

Коррекция дисбаланса производится добавлением/удалением массы или перемещением оси ротора (центровкой массы). Выбранный метод коррекции

должен гарантировать, что имеется свободное пространство для добавления/удаления материала достаточного для ликвидации дисбаланса, максимально возможного для этого изделия. Идеальный метод коррекции подразумевает нахождение наименьшего начального дисбаланса. Однако этого часто трудно достичь.

Обычные методы снижения дисбаланса позволяют достичь снижения величины дисбаланса в соотношении 10/1 за один пуск при тщательной настройке станка.

Коррекция путём добавления массы, особенно на полностью автоматических машинах может достигать соотношения 20/1 за один пуск. Если за один пуск не удаётся достичь достаточного уровня дисбаланса, то производится следующий пуск и т.д.

Коррекция добавлением массы:

1) Добавление двухкомпонентного эпоксидного состава. Недостаток этого метода заключается в том, что трудно расположить состав так, чтобы его центр тяжести оказался точно в нужном месте.

2) Добавление стандартных грузиков. Этот метод быстр, но его применение ограничено тем, что шаг масс грузиков достаточно велик и поэтому не удаётся достичь достаточной точности.

3) Добавление веса способом сварки, то есть нанесением расплавленного металла на поверхность ротора в нужном месте. При этом должны быть приняты меры для предотвращения температурной деформации и повреждения ротора.

Коррекция удалением массы:

1) Сверление. Материал удаляется с ротора сверлением, которое производится на определённую глубину. Это наиболее эффективный метод коррекции дисбаланса.

2) Фрезерование. Материал удаляется фрезеровкой на определённую глубину и длину. Применяется когда необходимо удалять достаточно большие массы.

3) Шлифование. Материал удаляется шлифовальным кругом. Этот метод достаточно редко применяется.

5.4 Единицы измерения неуравновешенности колёс

Дисбаланс измеряется грамм-миллиметрах. Это масса, умноженная на расстояние этой массы от оси вращения или иначе радиус этой массы. Дисбаланс 100 г·мм, например, означает, что одна сторона ротора имеет эквивалент избытка массы 10 грамм на расстоянии 10 миллиметров, или 20 грамм на расстоянии 5 миллиметров. На следующем рисунке изображён ротор (вид сбоку) с дисбалансом 100 г·мм.



Рисунок 4 – Сравнительная схема измерения дисбаланса колёс

Одна и та же масса создаёт различный дисбаланс в зависимости от её расстояния до оси вращения. При определении дисбаланса просто умножают массу на её расстояние до оси вращения или иначе на радиус этой массы. Хотя одна и та же масса создаёт один и тот же дисбаланс при любой скорости вращения, но для различных вращающихся тел допустимый остаточный дисбаланс различен.

Как правило, чем выше скорость вращения ротора, тем меньший остаточный дисбаланс допускается и наоборот. При отсутствии дисбаланса больше не будет возникать центробежная сила, которая и создаёт вибрацию. Некоторый

остаточный дисбаланс всегда остаётся и с этим приходится мириться, как, например, с полем допуска при механической обработке.

5.5 Виды неуравновешенности колёс, причины и влияние неуравновешенности на работу автомобиля

Различают статическую неуравновешенность и динамическую неуравновешенность колёс.

При статической неуравновешенности центр тяжести колеса не совпадает с осью его вращения из-за неравномерного распределения массы колеса по окружности. В процессе качения статически неуравновешенного колеса возникает центробежная сила

$$P = \frac{mv^2}{r}, \quad (1)$$

где m – масса неуравновешенного груза, кг; v – скорость движения автомобиля, м/с; r – расстояние от центра неуравновешенной массы до оси вращения колеса, м.

При вращении колеса положение неуравновешенной массы и направление действия центробежной силы непрерывно меняются. В момент, когда тяжёлая часть находится внизу, центробежная сила прижимает колесо к дороге, а при повороте его на 180° действует в противоположном направлении.

В горизонтальной плоскости, проходящей через ось колеса, центробежная сила стремится повернуть колесо относительно шкворня (оси поворота) сначала в одном направлении, а затем в противоположном.

Динамическая неуравновешенность возникает при неравномерном распределении массы по ширине колеса и может быть выявлена только во время его вращения. В этом случае неуравновешенные массы приводятся к двум массам, находящимся в диаметральной плоскости и образующим при вращении колеса центробежные силы. Эти силы, действуя в противоположных направлениях, создают па-

ру сил со следующим моментом

$$M = Pa, \quad (2)$$

где a - расстояние между плоскостями действия центробежных сил, который и характеризует динамический дисбаланс.

При этом проявляются вибрация или биение колеса в радиальном и боковом направлениях.

Дисбаланс колёсного узла зависит от размеров и массы шины, точности изготовления шины, радиального и бокового биения посадочных полок и закраин обода, точности изготовления и взаимного расположения обода, диска колеса, бортового и замочного колец, точности установки колеса на ступице. Большой дисбаланс создаётся у шин после ремонта местных повреждений с наложением манжет и пластырей, а также после ремонта шины методом наложения нового протектора. Аналогичные последствия возникают при использовании камер с многочисленными заплатками и шин с неравномерным износом, который прогрессирует при неуравновешенности.

Нежелательными последствиями статического и динамического дисбаланса колёс с шинами в сборе являются колебания колёс, рамы и других частей автомобиля, при которых ухудшаются условия труда водителя, снижаются комфортабельность перевозки пассажиров, устойчивость и управляемость автомобиля, происходит ускоренный и неравномерный износ протекторов. Пробег несбалансированных шин легковых автомобилей уменьшается примерно на 25 %.

Вредные последствия дисбаланса возрастают с увеличением скорости движения автомобиля, нагрузки, температуры воздуха и с ухудшением дорожных условий.

Приборы и станки для статической и динамической балансировки позволяют осуществить балансировку непосредственно на автомобиле или в снятом положении (станок модели БМ 200). В зависимости от рабочего положения колеса они делятся на вертикальные и горизонтальные.

5.6 Краткая характеристика балансировочного станка модели БМ 200

Станок балансировочный модели БМ 200 (рисунок 5) предназначен для балансировки колёс легковых автомобилей, микроавтобусов и грузовых автомобилей малой грузоподъёмности. БМ 200 может эксплуатироваться в условиях автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания. Он настраивается по геометрическим размерам колеса и поэтому позволяет проводить как динамическую, так и статическую балансировку, при этом определяется значение и угловое положение дисбаланса в двух плоскостях коррекции.

Основные технические параметры и характеристики балансировочного станка модели БМ 200 приведены в таблице 3.

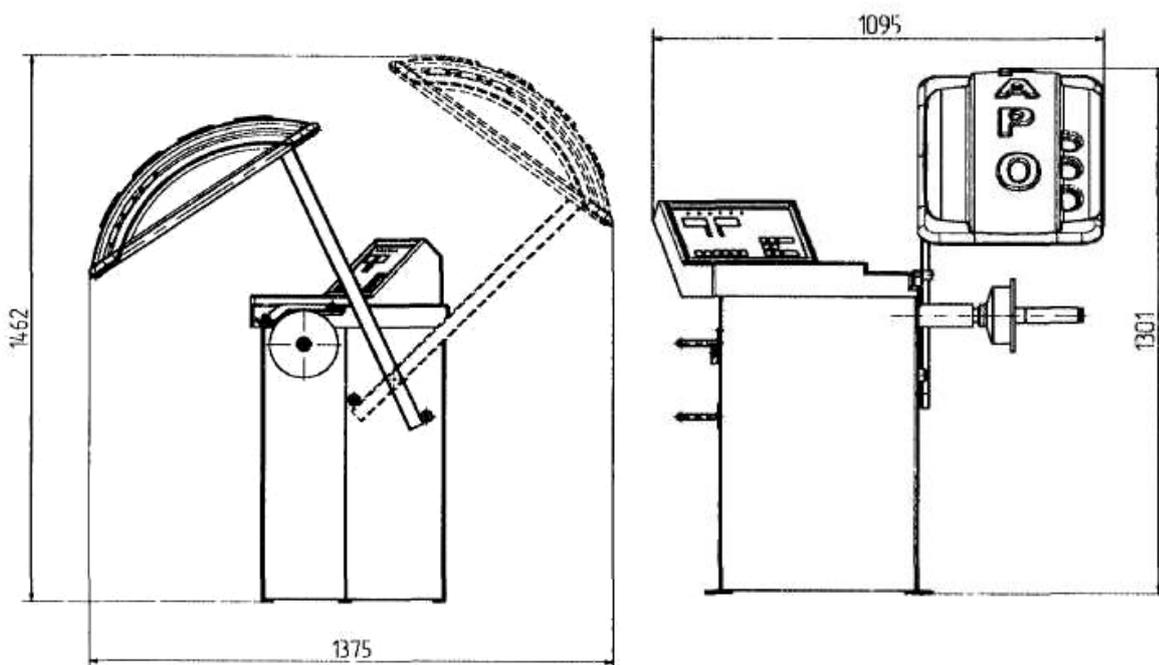


Рисунок 5 – Общий вид балансировочного станка БМ 200

Таблица 3 – Основные технические и характеристики балансировочного станка модели БМ 200

Параметры и характеристики	Значение параметра
1 Диапазон измерения неуравновешенной массы, г	от 0 до 200
2 Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении неуравновешенной массы только в одной плоскости коррекции, г где М – измеряемая неуравновешенная масса, г	$\pm(3+0,1M)$
3 Дискретность отсчёта неуравновешенной массы, г	1
4 Диапазон измерения углового положения неуравновешенной массы, град	от 0 до 360
5 Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении углового положения неуравновешенной массы, град	± 3
6 Электрическое питание: – напряжение питания, В – частота тока, Гц – потребляемая мощность, кВт (не более)	от 187 до 242 от 49 до 51 0,8
7 Габаритные размеры, мм (не более): – длина – ширина – высота	1375 1100 1462
8 Масса, кг (не более)	90
9 Допустимые параметры балансируемых колёс: – максимальная масса колеса, кг – диаметр диска колеса, мм (дюймы) – ширина диска колеса, мм (дюймы)	75 265-665 (10"-26") 40-510 (1,5"-20")

Общая компоновка станка приведена на рисунке 6, а. Станок представляет собой сварной корпус 1 коробчатого типа с горизонтальным расположением

шпинделя 2, к которому крепится балансировочная оправка 3 с несколькими видами сменных дисков и колец для установки на шпиндель станка и центрирования различных типов автомобильных колёс. В целях обеспечения техники безопасности, балансируемое колесо 13 во время вращения закрыто кожухом 6.

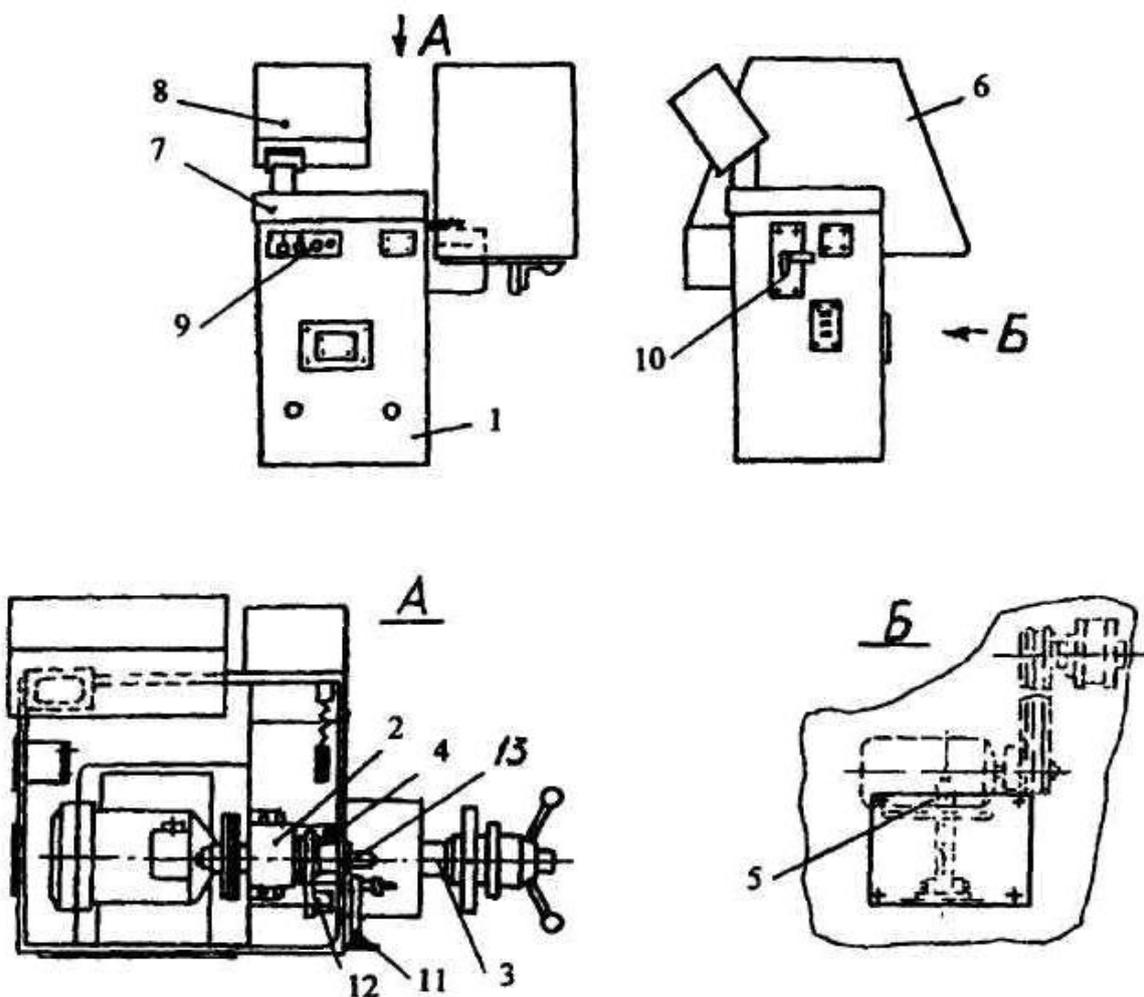


Рисунок 6 – Общая компоновка балансировочного станка модели БМ

200

Шпиндель смонтирован в кронштейне, установленном на верхнем основании корпуса, в котором установлены два датчика силы 4 и датчик углового положения 12 (сельсин), ось которого через зубчатую передачу с $i = 1$ связана со шпинделем (рисунок 7).

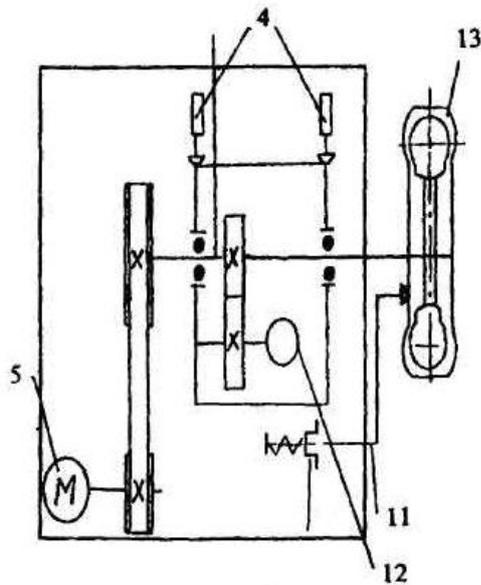


Рисунок 7 – Кинематическая схема балансировочного станка модели БМ 200

На заднем конце шпинделя установлен шкив, который через клиноременную передачу с возможностью регулировки натяжения ремней, соединяется с приводным электродвигателем 5, установленным на плите.

Сверху корпус закрыт легкосъёмной крышкой 7, в ячейках которой размещены уравнивающие грузы.

Электрооборудование станка, смонтированное на панелях, расположено в корпусе.

Кронштейн со шпинделем и установленными в нем датчиками силы предназначен для преобразования центробежных сил вращения неуравновешенного колеса в электрические сигналы, вырабатываемые датчиками силы. Этот кронштейн работает в дорезонансном режиме.

Над крышкой корпуса на кронштейне расположен измерительный пульт 8. Пульт управления электроприводом станка 9 установлен на передней стенке корпуса.

Для настройки станка в измерительный пульт необходимо ввести расстояние между левой плоскостью обода колеса и базовой плоскостью станка, лежащей в плоскости оси правого датчика силы. Это расстояние измеряется по шкале измерительного устройства 11, смонтированного на передней части кор-

пуса станка. Отсчёт производится относительно поверхности передней стенки корпуса станка. Для измерения ширины обода колеса, которую необходимо ввести в измерительный пульт, служит измерительная скоба, состоящая из двух полудуг, одна из которых имеет шкалу делений.

Шпиндель 2, установленный на прецизионных радиальных шарикоподшипниках в кронштейне, образует колебательную систему станка. В ней происходит преобразование центробежных сил, возникающих при вращении неуравновешенного колеса, в электрические сигналы, которые из датчиков силы поступают в измерительное устройство.

Измерительное устройство предназначено для измерения параметров дисбаланса автомобильных колёс в полярной системе координат в двух плоскостях коррекции Л-Л, П-П (рисунок 8); хранения информации о параметрах дисбаланса после окончания цикла измерения; измерения угла позиционирования при определении места установки корректирующих грузов на колесе; индикации значений дисбаланса одновременно в двух плоскостях коррекции на цифровых световых индикаторах измерительного пульта. Панель пульта управления станка представлена на рисунке 9.; назначение органов управления приведено в таблице 4.

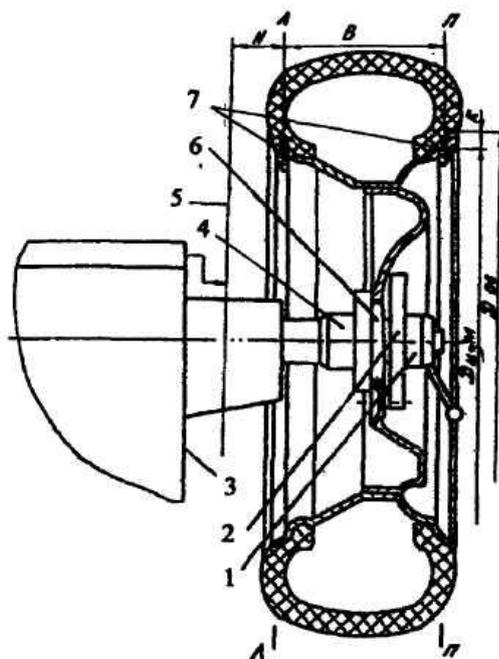


Рисунок 8 – Крепление колеса на оправке

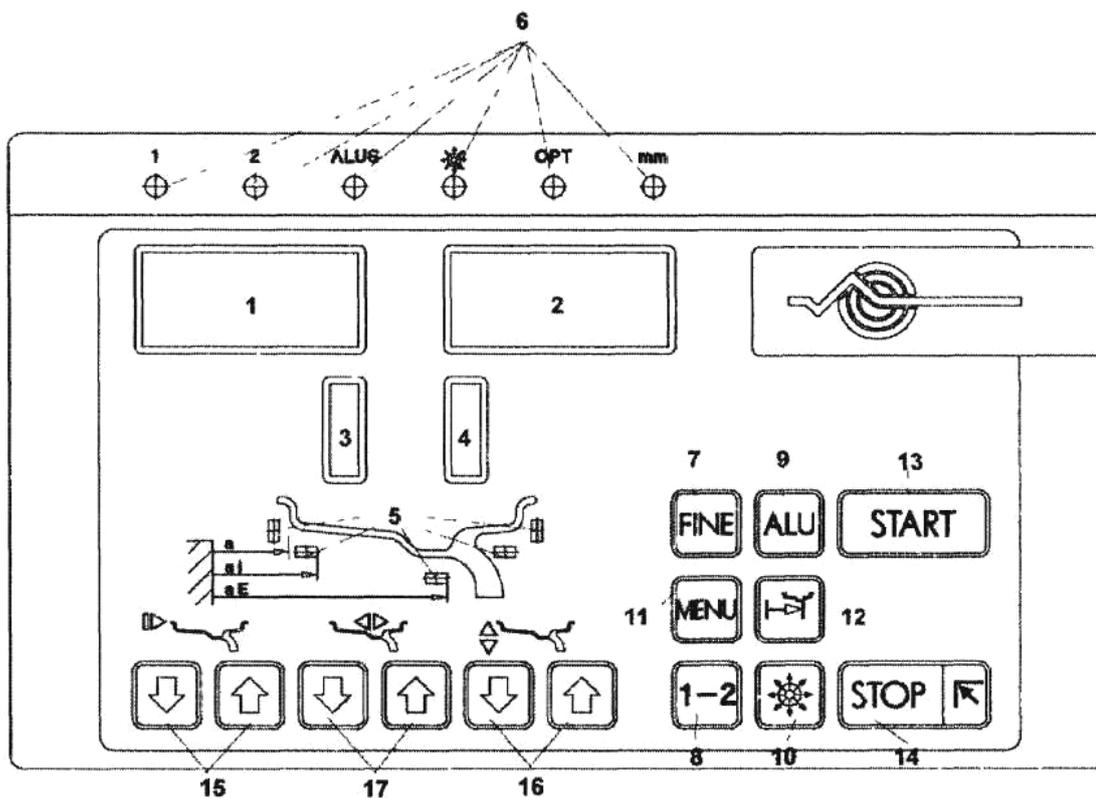


Рисунок 9 – Внешний вид панели управления БМ 200

Таблица 4 – Назначение органов управления БМ 200

№ поз.	Органы управления, элементы индикации и их назначение
1	Цифровое табло, показывающее величину неуравновешенной массы с внутренней стороны колеса
2	Цифровое табло, показывающее величину неуравновешенной массы с наружной стороны колеса
3	Индикаторы, показывающие место положения неуравновешенной массы с внутренней стороны колеса
4	Индикаторы, показывающие место положения неуравновешенной массы с наружной стороны колеса
5	Индикаторы, показывающие выбранный режим коррекции различных видов дисков
6	Индикаторы, показывающие выбранный режим

Продолжение таблицы 4

7	Кнопка для переключения режимов точного измерения неуравновешенной массы до 1 г или измерения значения неуравновешенной массы с округлением до 5 г
8	Кнопка для переключения режимов памяти типов колеса
9	Кнопка для переключения режимов корректировки
10	Кнопка для включения режима «СПЛИТ»
11	Кнопка для перехода в меню функций
12	Кнопка для подтверждения выбора меню функций
13	Кнопка запуска вращения приводного вала
14	Кнопка для остановки в аварийной ситуации и для возврата в исходное состояние из меню функций
15	Кнопки для перехода по меню функций
16	Кнопки для установки диаметра вручную и для перехода по меню функций
17	Кнопки для установки ширины вручную и для перехода по меню функций

5.7 Общий принцип работы измерительного устройства

При вращении колеса в плоскостях левой и правой опор шпинделя действуют силы, вызванные наличием дисбаланса в колесе. Эти силы преобразуются датчиками в электрические заряды и далее усилителями зарядов в блоке измерения – в напряжения переменного тока, амплитуды которых пропорциональны силам в левой и правой опорах, а фазы несут информацию об их угловом положении. В блоке измерения на основе этих напряжений и введённых геометрических размеров колеса формируются сигналы, соответствующие массам корректирующих грузов, которые сохраняются после окончания измерения и выводятся на соответствующие индикаторы значений дисбалансов.

Определение углов коррекции дисбалансов осуществляется после окон-

чания цикла измерения с помощью схемы индикации, которая управляет двумя светодиодными индикаторами углов коррекции. Для этого с блока измерения в схему подаются сигналы углового положения сил в опорах и сигнал углового положения шпинделя (при проворачивании колеса вручную). Эти сигналы несут соответственно информацию об угловом положении векторов дисбаланса в плоскостях коррекции Л-Л и П-П (рисунок 8) и текущем угловом положении балансируемого колеса. Схема индикации определяет углы рассогласования между местами установки корректирующих грузов в плоскостях коррекции на колесе и его текущем угловом положении, производит их оценку и вырабатывает сигналы управления светодиодными индикаторами, указывающими направление кратчайшего пути подвода и дискретно величину угла рассогласования.

5.8 Принцип работы балансировочного станка модели БМ 200

После установки колеса на приводной вал балансировочного станка (с помощью конусного фланца с крепёжной гайкой), вводятся данные о параметрах колеса, клавиатурой расположенной на панели управления и индикации (для определения данных используется специальный измерительный инструмент).

Привод станка включается кнопкой «START» и по показаниям цифровых табло определяется значение неуравновешенной массы. После этого привод БМ 200 выключается, и по определённым данным на диск колеса устанавливаются грузики (с помощью клещей для грузиков) необходимой массы, на определённом месте обода.

Меню функций представлено на рисунке 10

При помощи меню функций можно менять следующие установки:

- диаметр колеса мм/дюйм;
- ширина колеса мм/дюйм;
- включение/отключение кожуха защиты;

- включение привода от закрытия защитного кожуха;
- округление до 5 г показаний на цифровом табло неуравновешенной массы;
- включение/выключение звукового сигнала.

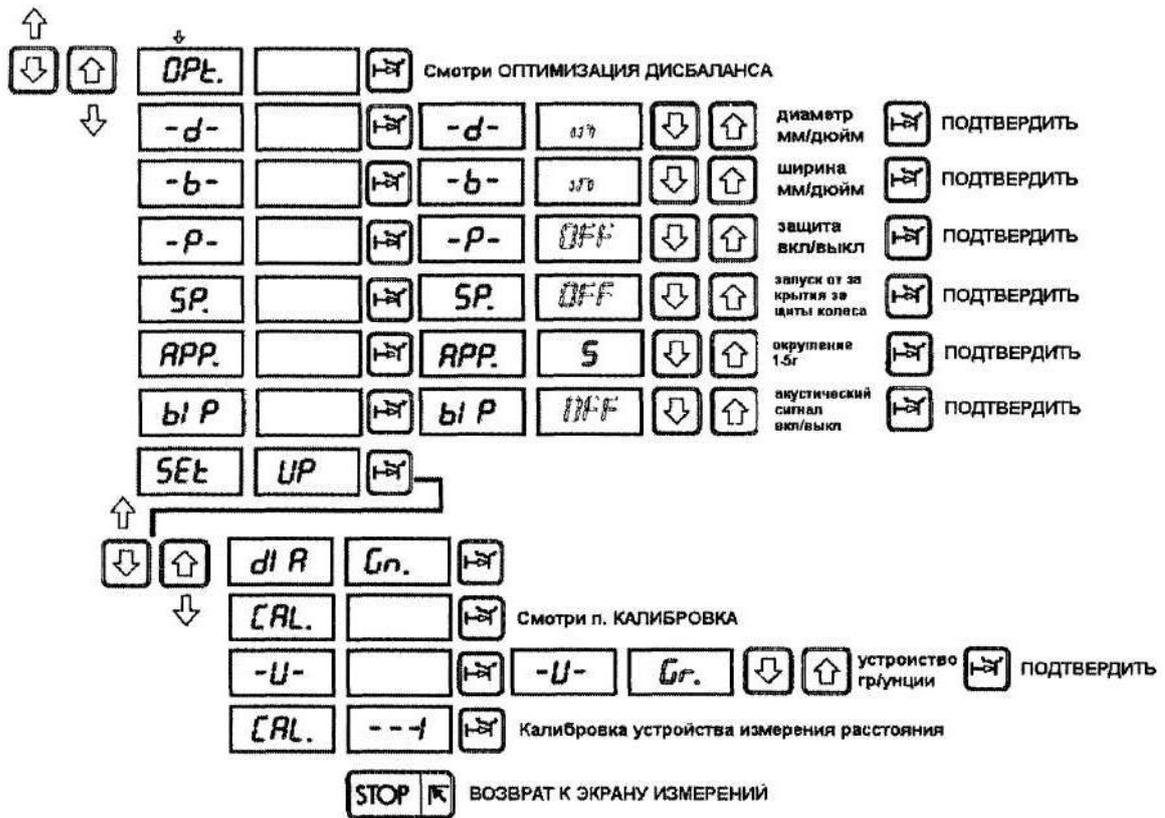


Рисунок 10 – Обобщённая структура меню функций

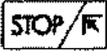
Для изменения установок диаметра колеса (мм/дюйм) необходимо выполнить следующие операции:

- включить БМ 200. Автоматически выполняется тест (на цифровых табло на время появляется сообщение «2 104 », что в свою очередь говорит о положительном результате теста);
- нажать кнопку «MENU» и при помощи любых кнопок «↑» или «↓» перейти в режим «-d-» (рисунок 10);

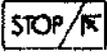
- нажать кнопку  и при помощи любых кнопок «↑» или «↓» выберите необходимый режим;

- подтвердить свой выбор кнопкой «»;
- при помощи кнопки «» вернуться к режиму измерения.

Для изменения установок ширины колеса (мм/дюйм) необходимо выполнить следующие операции:

- нажать кнопку «MENU» и при помощи любых кнопок «↑» или «↓» перейти в режим «-b-» (рисунок 10);
- нажать кнопку «» и при помощи любых кнопок «↑» или «↓» выбрать необходимый режим;
- подтвердить свой выбор кнопкой «»;
- при помощи кнопки «» вернуться к режиму измерения неуравновешенной массы.

Для включения/отключения защитного кожуха (аварийная остановка приводного вала при открытии защитного кожуха) необходимо выполнить следующие операции:

- нажать кнопку «MENU» и при помощи любых кнопок «↑» или «↓» перейти в режим «-p-» (рисунок 10);
- нажать кнопку «» и при помощи любых кнопок «↑» или «↓» выбрать необходимый режим;
- подтвердить свой выбор кнопкой «»;
- при помощи кнопки «» вернуться к режиму измерения неуравновешенной массы.

Для включения вращения приводного вала при закрытии защитного кожуха необходимо выполнить следующие операции:

- нажать кнопку «MENU» и при помощи любых кнопок «↑» или «↓» перейти в режим «-SP-» (рисунок 10);

- нажать кнопку  и при помощи любых кнопок «↑» или «↓» выбрать необходимый режим;

- подтвердить свой выбор кнопкой ;

- при помощи кнопки  вернуться к режиму измерения неуравновешенных масс.

Для включения/отключения округления необходимо выполнить следующие операции:

- нажать кнопку «MENU» и при помощи любых кнопок «↑» или «↓» перейти в режим «-APP.-» (рисунок 10);

- нажать кнопку  и при помощи любых кнопок «↑» или «↓» выбрать необходимый режим;

- подтвердить свой выбор кнопкой ;

- при помощи кнопки  вернуться к режиму измерения неуравновешенных масс.

Для включения/выключения звукового сигнала необходимо выполнить следующие операции:

- нажать кнопку «MENU» и при помощи любых кнопок «↑» или «↓» перейти в режим «-bIP-» (рисунок 10);

- нажать кнопку  и при помощи любых кнопок «↑» или «↓» выбрать необходимый режим;
- подтвердить свой выбор кнопкой ;
- при помощи кнопки  вернуться к режиму измерения неуравновешенных масс.

6 Порядок выполнения работы

6.1 Подготовка станка к балансировке колеса

Включить тумблер выбора режима работы станка (рисунок 9).

Установить на стержень оправки 4 кольцо 6 нужного диаметра (рисунок 8), которое облегчает условия закрепления колеса. Между наружным диаметром кольца и центральным отверстием диска колеса должен быть гарантированный зазор не менее 0,5 мм.

В зависимости от числа и диаметра расположения крепёжных отверстий в диске колеса подобрать нужный сменный диск 2 с пальцами.

На оправку установить балансируемое колесо, сменный диск с гайкой 1 и рукоятками надёжно прижать колесо к торцу оправки.

Не допускать ударов по шпинделю станка при установке колёс и коррекции дисбаланса во избежание выхода его из строя!

Задать геометрические размеры Н, В, D (рисунок 8) балансируемого колеса на соответствующих программных переключателях измерительного пульта (рисунок 9,10).

Н – базовый размер, расстояние от базовой плоскости станка до левой плоскости коррекции Л-Л. При помощи измерительного устройства 11 (рисунок 2) измерить расстояние от базовой плоскости станка до поверхности диска

колеса, к которой прилегает балансировочный груз. Из этой величины вычесть половину толщины балансировочного груза. Отсчёт H проводится по шкале измерительного устройства относительно наружной поверхности стенки корпуса станка.

B – расстояние между левой и правой плоскостями коррекции. Определяется измерительной скобой как сумма расстояния между поверхностями прилегания балансировочных грузов в диске колеса и толщины балансировочного груза.

D – определяется как разность $D_{об}$ и $2K$ ($D_{об}$ - диаметр обода диска колеса; $2K$ - удвоенное расстояние от наружной поверхности обода до центра массы балансировочного груза).

После определения B , D , H значения задаются на соответствующих программных переключателях измерительного пульта в миллиметрах.

6.2 Балансировка колеса по суммарному дисбалансу в двух плоскостях коррекции

Закрывать защитный кожух. На пульте управления станком включить цикл измерения. Через несколько секунд загорятся светоизлучающие диоды индикаторов углов коррекции дисбаланса, начнётся торможение шпинделя. Значения дисбалансов в левой и правой плоскостях коррекции запоминаются и индуцируются в виде круглого числа на индикаторах значения дисбаланса в граммах.

После окончания торможения шпинделя откинуть защитный кожух. Сравнивая значения дисбаланса с допустимыми значениями, определить необходимость установки корректирующих грузов, и в случае превышения допустимого значения провести коррекцию дисбаланса.

Для этого сначала определить массу корректирующих грузов, которые нужно устанавливать соответственно в левой и правой плоскостях коррекции, и подобрать необходимые грузы. Затем по светодиодному индикатору угла коррекции выбрать направление позиционирования: если горят светоизлучающие

диоды в стрелке «↑» – необходимо поворачивать колесо от себя, если стрелка «↓» – на себя.

Поворачивая колесо вручную в указанном направлении, добиться загорания среднего светоизлучающего диода (он загорается при угле позиционирования 10-15°). После этого следует уменьшить скорость поворота, чтобы не пропустить момент свечения центрального светодиода. Если одновременно горят центральный и средний индикаторы, место установки корректирующего груза в выбранной плоскости коррекции находится в нижней точке вертикальной плоскости, проходящей через продольную ось шпинделя станка. Закрепить в найденном месте заранее выбранный балансировочный груз.

Затем, используя информацию другого светодиодного индикатора о направлении поворота колеса и величине угла позиционирования, поворачивать вручную колесо до загорания его центрального светоизлучающего диода. Место установки груза аналогично предыдущему. Установить в найденном месте корректирующий груз.

После этого закрыть защитный кожух. Повторить цикл измерения. Если значения дисбалансов в одной или обеих плоскостях превышают допустимые, провести коррекцию дисбалансов повторно.

По окончании балансировки снять колесо, выключить измерительный пульт и питание станка

6.3 Балансировка колеса по статическому и динамическому (моментному) дисбалансам в двух плоскостях коррекции

Этот метод целесообразно применять при балансировке узких колёс ($B < 60$ мм).

Закрепить на оправку колесо, соответствующий сменный диск, прижать колеса гайкой к торцу оправки.

Определить геометрические размеры H, B и D по методике, изложенной выше, и задать их на соответствующих программных переключателях измери-

тельного пульта.

Провести цикл измерения, по окончании которого откинуть защитный кожух.

По показаниям индикаторов (рисунок 9, таблица 2) оценить значение статического дисбаланса и моментного (динамического).

Если значения дисбалансов превышают допустимые, проводится коррекция дисбалансов. Для этого по световому индикатору угла коррекции определить место установки корректирующих грузов, уравнивающих статический дисбаланс. Установить в найденном месте в левой и правой плоскостях коррекции одинаковые корректирующие грузы, выбранные по показаниям индикатора дисбаланса.

Далее по светодиодному индикатору угла коррекции определить место установки корректирующих грузов, уравнивающих динамический (моментный) дисбаланс. Установить в правой плоскости коррекции груз, выбранный по показаниям индикатора дисбаланса. Повернуть колесо на 180° и установить такой же корректирующий груз в левой плоскости.

Повторить циклы измерения и коррекции дисбалансов до получения допустимых значений.

6.4 Балансировка колеса, имеющего только одну плоскость коррекции

Закрепить на оправку колесо, соответствующий сменный диск с пальцами, гайкой надёжно прижать колесо к торцу оправки.

Определить геометрический размер D по методике, изложенной выше. Размеры H и B разрешается не определять, а принять равными 200 мм. Задать эти размеры на соответствующих программных переключателях измерительного пульта

Провести цикл измерения дисбаланса. По показаниям цифрового индикатора оценить статический дисбаланс. При этом следует иметь в виду, что при коррекции дисбаланса только в одной плоскости колеса для определения зна-

чения дисбаланса показания индикатора необходимо умножить на 2.

При необходимости коррекции дисбаланса по световому индикатору угла коррекции определяется место установки балансировочного груза согласно методике, приведённой ранее.

После закрепления груза провести контрольное измерение.

7 Форма и содержание отчёта

В отчёте должны быть приведены следующие сведения: номер, название и цель лабораторной работы; приборы, оборудование и инструмент, применяемый в работе; тип и размер балансируемого колеса; величина допустимого дисбаланса для балансируемого колеса; величины измеренных дисбалансов (по плоскостям коррекции); масса установленных балансировочных грузов (по плоскостям коррекции для каждого замера); величина остаточного дисбаланса после проведения балансировки.

В выводе по лабораторной работе необходимо сделать заключение о техническом состоянии колеса автотранспортного средства.

Результаты выполнения лабораторной работы необходимо представить в виде таблицы 5.

Таблица 5 – Форма отчёта лабораторной работы

Лабораторная работа №__	
Название лабораторной работы:	
Цель работы:	
Приборы, оборудование и инструмент:	
Результаты выполнения лабораторной работы	
<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение параметра</i>
Тип и размер (обозначение) балансируемого колеса	
Величина неуравновешенной массы, г – с внутренней стороны колеса – с наружной стороны колеса	
Место положения неуравновешенной массы, град – с внутренней стороны колеса – с наружной стороны колеса	
Масса устанавливаемых балансировочных грузов, г – с внутренней стороны колеса – с наружной стороны колеса	
Величина остаточного дисбаланса, г - с внутренней стороны колеса - с наружной стороны колеса	
Выводы (заключение о техническом состоянии):	
Работу выполнил: _____ Дата _____ Подпись _____ Работу принял: _____ Дата _____ Подпись _____	

8 Контрольные вопросы

- 1) Что понимается под динамической и статической неуравновешенностью колеса?
- 2) Назовите причины, вызывающие статическую неуравновешенность колёс.
- 3) Назовите причины, вызывающие динамическую неуравновешенность колёс.
- 4) Как влияют дисбаланс и биение колёс на работу автомобиля?
- 5) Что такое суммарный дисбаланс колеса?
- 6) Что означает термин «позиционирование колеса»?
- 7) Что обозначают термины «плоскость коррекции», «базовая плоскость станка»?
- 8) Что обозначают геометрические параметры Н, В, D и зачем их надо учитывать?
- 9) Назовите основные узлы балансировочного станка БМ-200.
- 10) Каково назначение измерительного устройства?
- 11) Как измерить величину суммарного дисбаланса колёс?
- 12) Опишите принцип работы балансировочного станка БМ 200.
- 13) Как выполнить позиционирование колеса по суммарному дисбалансу?
- 14) Перечислите меры безопасности при работе на балансировочном станке модели БМ 200.

Список использованных источников

1) Мороз, С. М. Комментарий к ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки» [Текст] / С. М. Мороз. - М.: [Б. и.], 2002. - 231 с. - ISBN 5-93272-122-7.

2) Тарновский, В.Н. Автомобильные шины: устройство, работа, эксплуатация, ремонт / В. Н. Тарновский, В. А. Гудков, О. Б. Третьяков. - М.: Транспорт, 1990. - 272 с.: ил - ISBN 5-277-00506-4.

3) Техническая эксплуатация автомобилей: учеб. для вузов / под ред. Е. С. Кузнецова.- 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 2004. - 535 с. : ил. - Библиогр.: с. 497-500. - ISBN 5-02-006307-X.

4) Требования к техническому состоянию транспортных средств: сборник/ А. М. Грошев [и др.].- 3-е изд., перераб. и доп. - М. ; Нижний Новгород : [Б. и.], 2005. - 432 с. - ISBN 5-93272-274-6.