

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

В. С. Ивашко
В. А. Лойко

СРЕДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Практикум

для обучающихся по специальностям
1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей
(по направлениям)» и 1-37 01 07 «Автосервис»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области транспорта и транспортной деятельности*

Минск
БНТУ
2021

УДК 629.3.08
ББК 39.33-08
И24

Рецензенты:
кафедра «Технологии и организация
технического сервиса» УО БГАТУ;
нач. диагностической станции
ОАО «Автопромторгсервис» *Ю. Б. Космович*

Ивашко, В. С.
И24 Средства технического обслуживания и ремонта автомобилей :
практикум для обучающихся по специальностям 1-37 01 06 «Техни-
ческая эксплуатация автомобилей (по направлениям)» и 1-37 01 07
«Автосервис» / В. С. Ивашко, В. А. Лойко. – Минск : БНТУ, 2021. –
105 с.

ISBN 978-985-583-324-7.

В практикуме даны теоретический и методический материалы для проведения лабораторных работ по дисциплинам «Механизация процессов технической эксплуатации» и «Средства технического оснащения автосервиса». Приведены оснащение рабочих мест, порядок выполнения лабораторных работ, даны последовательность и методика расчета основных параметров оборудования, а также основные правила охраны труда на рабочем месте. Издание предназначено для студентов специальности 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей (по направлениям)» и 1-37 01 07 «Автосервис». Может быть рекомендовано магистрантам, аспирантам технических вузов, специалистам предприятий технического сервиса и инженерно-техническим работникам.

УДК 629.3.08
ББК 39.33-08

ISBN 978-985-583-324-7

© Ивашко В. С., Лойко В. А., 2021
© Белорусский национальный
технический университет, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| Введение | 4 |
| Лабораторная работа № 1. Обоснование выбора модели технологического оборудования для постов и участков АРП, АТП и СТО с использованием методики параметрического анализа характеристик | 5 |
| Лабораторная работа № 2. Исследование параметров оборудования для нанесения вакуумно-плазменных покрытий | 20 |
| Лабораторная работа № 3. Устройство инверторного сварочного аппарата, определение метода и параметров сварки | 39 |
| Лабораторная работа № 4. Изучение устройства, характеристик и технического обслуживания тормозного стенда К-486 | 55 |
| Лабораторная работа № 5. Изучение устройства, характеристик и технического обслуживания тягового стенда К-485 | 75 |
| Лабораторная работа № 6. Изучение характеристик стенда КДС-5К для контроля и регулировки углов установки колес автомобиля | 96 |
| Литература | 105 |

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий практикум содержит лабораторные работы, в ходе выполнения которых студенты закрепляют и углубляют теоретические знания и получают практические навыки по дисциплинам «Механизация процессов технической эксплуатации» и «Средства технического оснащения автосервиса».

В каждой лабораторной работе предусматриваются разделы:

- цель и задачи работы;
- задание на выполнение работы;
- оснащение рабочего места;
- охрана труда;
- общие сведения с основными теоретическими положениями;
- порядок выполнения работы;
- требования к отчету.

Выполнение каждой лабораторной работы состоит из следующих самостоятельных этапов, тесно связанных между собой:

- домашняя самостоятельная подготовка;
- проверка преподавателем готовности студентов к выполнению лабораторной работы (путем проведения опроса, тестового контроля);
- изучение органов управления оборудованием и правил по охране труда;
- проверка комплектности рабочих мест;
- выполнение работы в требуемом порядке (дополнение исходных данных, разработка операций, проведение расчетов, выполнение схем, эскизов, графиков, заполнение таблиц);
- организационно-техническое обслуживание рабочего места, оформление отчета и защита результатов работы.

В объем самостоятельной работы при подготовке к лабораторной работе входит подготовка исходных данных, расчетных формул, эскизов, таблиц для очередной работы, проработка конспектов, настоящего лабораторного практикума и соответствующей дополнительной литературы. Объем и порядок самостоятельной работы студентов преподаватель устанавливает на предыдущем занятии. В зависимости от конкретных условий могут быть приняты и другие организационные решения проведения работ.

К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после усвоения ими правил охраны труда, что подтверждается их росписью в журнале протоколов проверки знаний по мерам безопасности при проведении лабораторных работ.

Лабораторная работа № 1

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОСТОВ И УЧАСТКОВ АРП, АТП И СТО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДИКИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ХАРАКТЕРИСТИК

1.1. Цель работы

Получить практические навыки в выборе моделей технологического оборудования для постов и участков действующих или вновь проектируемых АРП, АТП и СТО.

1.2. Задание на выполнение работы

Изучить методики выбора оборудования для постов и участков предприятия технического сервиса.

В соответствии с заданием преподавателя выполнить необходимые расчеты, руководствуясь предложенной методикой, построить параметрические циклограммы.

Выбрать наиболее подходящую модель оборудования (моечно-очистного, разборочно-сборочного, диагностического, для восстановления деталей или иного).

Подготовить и защитить отчет.

1.3. Оснащение рабочего места

1. Чертежные принадлежности, миллиметровая бумага.
2. Калькулятор.
3. Каталоги технологического оборудования 3–4 видов не менее 3-х производителей.
4. Персональный компьютер или ноутбук, подключенный к сети Интернет.
5. Учебно-методическая литература.

1.4. Охрана труда

Соблюдать правила ТБ и ПБ для бытовых помещений категории пожаро-опасности «Д» при эксплуатации бытовых однофазных электроприборов (~220 В, 50 Гц)

1.5. Общие сведения

При проектировании нового ремонтного предприятия или реконструкции действующего выбирают номенклатуру (перечень), типы и модели технологического оборудования, определяют его количество и производят расстановку на производственных площадях.

Номенклатуру и количество технологического оборудования производственных участков принимают по таблице технологического оборудования и специального инструмента, требованиям заводов-изготовителей автомобильной техники (для дилерских ПТС) или рекомендациям консалтинговых фирм в зависимости от размера предприятия с учетом ее специализации по определенной модели автомобилей или видам ТО и Р.

Номенклатура, количество оборудования, его мощность и пропускная способность, а также размещение на производственной площади должны удовлетворять нескольким условиям, в том числе требованиям технологического обеспечения производства; поэлементной пропорциональности; повременной (суточной) пропорциональности; непрерывности и минимизации производственного цикла; прямоточности.

Первое требование заключается в том, что номенклатура оборудования должна обеспечивать выполнение всех необходимых операций технологического процесса ТО и Р автомобилей, поступающих на предприятия с учетом их типов, марок (моделей) и года выпуска.

Требования поэлементной и повременной пропорциональности относятся к числу оборудования и пропускной способности каждой отдельной единицы оборудования. Эти проектно-технические показатели должны быть такими, чтобы соответствовать требованиям производственной программы предприятия с учетом сезонных и временных колебаний. Число любых элементов производственно-технической базы (число подъемников, стендов, станков и другого оборудования) должно соответствовать, т. е. быть пропорциональным, производственной программе, а пропускная способность этих элементов, зависящая от производительности и режима работы оборудования, не должна вызывать задержку выполнения производственного процесса.

Требования непрерывности и минимизации производственного цикла заключаются в том, что производственное оборудование должно обеспечивать наименьший срок производственного цикла за счет сокращения оперативного времени на выполнение основных технологических операций и минимизации технологических и организа-

ционно-технических цикловых перерывов. Последнее требование относится к размещению оборудования. Оно заключается в том, что размещение оборудования должно быть таким, чтобы во время выполнения всех технологических и дополнительных операций объем транспортной работы был наименьшим.

В настоящее время рынок технологического оборудования чрезвычайно велик и разнообразен. Фирмы-дистрибьюторы поставляют и предлагают к продаже десятки моделей однотипного оборудования разных производителей оборудования из ряда стран Европы, Азии и Америки.

Предлагаемое покупателям технологическое оборудование одинакового назначения имеет разный вид привода, близкие или существенно различающиеся технические параметры и стоимость, порой отличающуюся в разы. В связи с этим у потребителей техники зачастую возникают сложности с выбором той или иной модели технологического оборудования для предприятия.

Аналогичный случай имеет место, когда при техническом перевооружении предприятия производится замена устаревшего оборудования на новое. При этом возникает необходимость оценки эффективности применения той или иной модели нового оборудования для выполнения одинаковых операций или работ.

Правильный выбор конкретной модели технологического оборудования должен основываться на сопоставлении их двух параметров – технические возможности и цена – применительно к конкретным условиям эксплуатации и финансовым возможностям владельца ремонтного или автотранспортного предприятия.

Анализ возможностей оборудования производится по его технической характеристике.

Сравнительная оценка двух моделей однотипного (с точки зрения технологического применения) оборудования может производиться качественно и количественно с помощью ряда показателей.

Качественное сравнение двух или более моделей аналогичного технологического оборудования производится путем сравнения их технологических возможностей, положительных и отрицательных свойств качества, которые могут проявиться в конкретных условиях эксплуатации.

Количественная оценка производится по отдельным показателям, выбранным из трех групп.

I группа. Экономические показатели

1. Экономический эффект (годовой):

$$\Delta = (Z_1 - Z_2) \cdot A_2; \quad (1.1)$$

$$Z_1 = C_1 + E_n \cdot K_1; \quad Z_2 = C_2 + E_n \cdot K_2,$$

где Z_1 и Z_2 – приведенные затраты на единицу работы, производимой с помощью базовой и новой техники;

A_2 – годовой объем работы, производимой с помощью новой техники;

C_1, C_2 – себестоимость единицы работы, производимой на базовой и новой технике;

K_1, K_2 – капитальные вложения в производство, отнесенные к единице работы, производимой на базовой и новой технике;

E_n – желательный для данного предприятия коэффициент эффективности капитальных вложений (считается удовлетворительным, если величин E_n составляет 0,12–0,14).

2. Средняя трудоемкость выполнения работ на оборудовании, $T_{\text{ср.}}$, чел.·ч.

3. Стоимость единицы работы (услуг) на оборудовании, C_0 , руб.

4. Объем работы, выполненный на оборудовании в течение определенного промежутка времени (смена, месяц, год):

$$A = K_{\text{и}} \cdot Q_{\text{T}} \cdot T, \quad (1.2)$$

где $K_{\text{и}}$ – коэффициент использования оборудования по времени;

Q_{T} – теоретическая (паспортная) производительность оборудования;

T – период времени (час, смена, год).

II группа. Оперативные показатели (временные)

1. Среднее время обслуживания одного автомобиля, агрегата или иного изделия на оборудовании, $t_{\text{ср}}$, ч.

2. Коэффициент использования оборудования по времени:

$$K_{\text{и}} = \frac{Q_{\text{ф}}}{Q_{\text{T}}} = \frac{1}{1 + Q_{\text{T}} t_{\text{п}}} = \frac{\sum t_0}{\Phi}, \quad (1.3)$$

где $Q_{\text{ф}}$ и $Q_{\text{т}}$ – фактическая и теоретическая (паспортная) производительность оборудования;

$t_{\text{п}}$ – время простоев оборудования, отнесенных к единице работы или изделия (автомобилю, агрегату), обрабатываемому на оборудовании;

$\sum t_{\text{o}}$ – суммарное время полезной работы оборудования (время, в течение которого изделие подвергается техническому воздействию) за смену;

Φ – фонд рабочего времени за смену.

3. Фактическая производительность оборудования, $Q_{\text{ф}}$, шт/ед. времени:

$$Q_{\text{ф}} = \frac{1}{t_{\text{o}} + t_{\text{п}}}. \quad (1.4)$$

III группа. Технические показатели

1. Показатели надежности (коэффициент готовности, среднее время безотказной работы, срок службы, коэффициент ремонтпригодности, среднее время восстановления).

2. Показатели эксплуатационной технологичности (трудоемкость обслуживания и ремонта, коэффициент унификации, удельная (на единицу мощности) материалоемкость, удобство обслуживания и др.).

3. Коэффициент использования площади:

$$K_{\text{пл}} = \frac{S_{\text{п}}}{S_{\text{o}}}, \quad (1.5)$$

где $S_{\text{п}}$ – площадь в плане изделия (автомобиля, агрегата и др.);

S_{o} – площадь в плане, занимаемая оборудованием с установленным на нем изделием.

4. Коэффициент универсальности:

$$K_{\text{у}} = \frac{N_{\text{o}}}{\sum N}, \quad (1.6)$$

где N_{o} – номенклатура изделий, обрабатываемых на оборудовании;

$\sum N$ – номенклатура изделий, обрабатываемых на участке.

5. Коэффициент доступности изделия:

$$K_{\text{Д}} = \frac{n_i}{\sum n}, \quad (1.7)$$

где n_i – количество операций, выполняемых на изделии с одной установкой его на оборудовании;

$\sum n$ – общее количество операций на оборудовании.

6. Коэффициент использования оборудования по основному технологическому параметру:

$$K_{\text{П}} = \frac{\Pi_{\text{и}}}{\Pi_{\text{о}}}, \quad (1.8)$$

где $\Pi_{\text{и}}$ – основной параметр изделия, обрабатываемого на оборудовании за смену (масса, мощность, габариты и т. п.):

$$\Pi_{\text{и}} = \frac{\sum \Pi_i \cdot n_i}{\sum n_i},$$

где Π_i – основной параметр i -го изделия;

n_i – количество изделий i -го вида;

$\Pi_{\text{о}}$ – максимальный параметр изделия, которое может обрабатываться на оборудовании (по паспорту).

Например, для подъемников – коэффициент использования по грузоподъемности.

Выбор конкретной модели из всей номенклатуры оборудования, которое предлагается на рынке, может быть произведен с использованием расчетных или экспертных методов оценки их технического уровня и уровня качества по следующим критериям: одному доминирующему для данного предприятия техническому параметру машины или аппарата; совокупности технических параметров оборудования; средневзвешенному показателю качества оборудования; интегральному показателю качества оборудования. Рассмотрим, как выбирается оборудование по указанным критериям.

Критерий – один доминирующий для данного предприятия технический параметр оборудования. Предварительно на технические

параметры интересующей группы оборудования накладываются ограничения в виде диапазона показателей MIN – MAX.

На первом этапе выбирается группа моделей, технические характеристики которых находятся в заданном диапазоне. На этой стадии выбора все они считаются равноценными и приемлемыми для приобретения. На втором этапе производят их ранжирование по одному параметру, который является доминирующим в данной ситуации.

Пример.

При реконструкции предприятия технического сервиса нужно выбрать автомобильный подъемник для участка ТО и Р легковых автомобилей по данному критерию.

Задание.

Необходимо приобрести автомобильный подъемник для участка ТО и Р легковых автомобилей по следующим исходным данным: площадь участка – 216 м²; сетка колонн – 6×6 м; габаритные размеры автомобиля – 4350×1690×1400 мм, площадь в плане – 6,74 м².

В результате технологического расчета принято, что на данном участке может быть расположено 5 постов, оснащенных однотипными подъемниками. Однако это количество постов следует принимать как рассчитанное предварительно, так как помещение участка имеет особенности, влияющие на количество и расположение постов.

К этим особенностям относятся: наличие одних ворот для въезда автомобилей, смещение оси ворот относительно центра помещения, наличие сетки колонн 6×6 м, что обеспечивает чистый просвет между колоннами – 5,5 м, а также жесткие требования по расположению подъемников на постах. Подъемники должны быть расположены в линию с заездом автомобилей на них под углом 90° к оси внутреннего проезда.

Так как заказчиком проекта было выражено желание оборудовать ПТС подъемниками фирмы NUSSBAUM, то все дальнейшие рассуждения касаются только подъемников этой фирмы. Эксплуатационные характеристики, влияющие на применимость автомобильных подъемников фирмы NUSSBAUM, представлены в табл. 1.1.

Как видно из сравнительных характеристик, из всей группы подъемников наиболее приемлемыми типами являются двухстоечный электромеханический и двухсточный электрогидравлический из-за привлекательной цены, пантографный и двухплунжерный из-за минимальных габаритов и приемлемой цены.

Характеристики и анализ автомобильных подъемников

| Тип | Модель | Описание | Цена, евро | Эксплуатационная характеристика, влияющая на применимость | |
|---|----------------------------|---|------------|---|---|
| | | | | Плюсы | Минусы |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Двухстоечный электромеханический двухдвигательный | Smartlift 2.32 SL | Подъемник: грузоподъемность – 3200 кг; высота подъема – 2010 мм; расстояние между стойками – 2470 мм; ширина зоны обслуживания подъемника – 4070 мм | 3600 | Гарантия на пару винт – гайка – 5 лет. Отсутствие связи между стойками обеспечивает свободное перемещение обода и инструментальной техники. Асимметричная схема лап подъемника дает возможность работать при открытых дверях автомобиля. Самая низкая цена среди всех типов подъемников | Наличие стоек уменьшает полезную площадь. Большой размер по ширине зоны обслуживания подъемника. Менее надежный и более сложный в обслуживании, чем электрогидравлический подъемник |
| Двухстоечный электрогидравлический | Powerlift 2.40 SPL | Подъемник: грузоподъемность – 4000 кг; высота подъема – 1930 мм; расстояние между стойками – 2550 мм; ширина зоны обслуживания подъемника – 4150 мм | 3950 | Отсутствие связи между стойками обеспечивает свободное перемещение обода и инструментальной техники. Асимметричная схема лап подъемника дает возможность работать при открытых дверях автомобиля. Более надежен и проще в обслуживании, чем электромеханический подъемник | Большой запас по грузоподъемности, который не будет использован. Наличие стоек уменьшает полезную площадь. Большой размер по ширине зоны обслуживания подъемника |
| Четырехстоечный электрогидравлический | Comblift 4.32 HA-Verston 1 | Подъемник: грузоподъемность – 3200 кг; высота подъема – 1955 мм; длина платформы – 4400 мм; ширина зоны обслуживания подъемника – 4150 мм | 5597 | Целесообразно применять на постах диагностики и регулировки углов установки колес автомобилей на участках с достаточным резервом полезной площади | Целесообразно применять на постах диагностики и регулировки углов установки колес автомобилей на участках с достаточным резервом полезной площади |

Окончание табл. 1.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------|---------------------|---|--------|--|--|
| Ножничный | UNI-4200 mm | Подъемник: грузоподъемность – 3500 кг; высота подъема – 2010 мм; длина платформы – 4200 мм; ширина зоны обслуживания подъемника – 2000 мм | 10 198 | Хорошая доступность ко всем агрегатам автомобиля. Возможность осуществлять работы по регулировке углов установки колес любых легковых автомобилей | Высокая цена (практически в два раза выше, чем у четырехстоечных подъемников, и почти в три раза выше, чем у двухстоечных) |
| Пантографный | JUMBO I 3000 | Подъемник: грузоподъемность – 3000 кг; высота подъема – 1800 мм; длина платформы – 1500 мм; ширина зоны обслуживания подъемника – 2120 мм | 5819 | Минимально занимаемое место. Высокая надежность. Отсутствие связи между платформами обеспечивает удобный доступ к автомобилю и свободное перемещение оборудования и инструментальной техники. Платформенный подхват под кузов дает возможность работать при открытых дверях автомобиля | Более высокая цена (в полтора раза), чем у двухстоечных подъемников |
| Двухпультный | Toplift 2.30 TLS | Подъемник: грузоподъемность – 3000 кг; высота подъема – 1960 мм; расстояние между платформами – 1280 мм; длина платформы – 1400 мм; ширина зоны обслуживания подъемника – 2120 мм | 5018 | Минимальное занимаемое место. Высокая надежность. Отсутствие связи между платформами обеспечивает удобный доступ к автомобилю и свободное перемещение оборудования и инструментальной техники. Подхват под кузов дает возможность работать при открытых дверях автомобиля | Завышенная трудоемкость подготовки площадки для монтажа подъемника. Более высокая цена (в 1,3 раза), чем у двухстоечных, но ниже, чем у пантографных подъемников |

С учетом габаритов производственного помещения, наличия сетки колонн и требований к схеме установки подъемников доминирующим параметром является ширина зоны обслуживания подъемника.

Для обоснованного выбора модели подъемника произведем графический расчет расстановки автомобилей и подъемников на постах ТО и Р участка (рис. 1.1). При построениях выбран средний участок помещения между колоннами, где условия расстановки оборудования наиболее неблагоприятны, так как здесь следует выполнять требования обеспечения минимально допустимых расстояний между сторонами автомобиля, а также между рядом стоящими подъемниками с целью соблюдения требований безопасности труда.

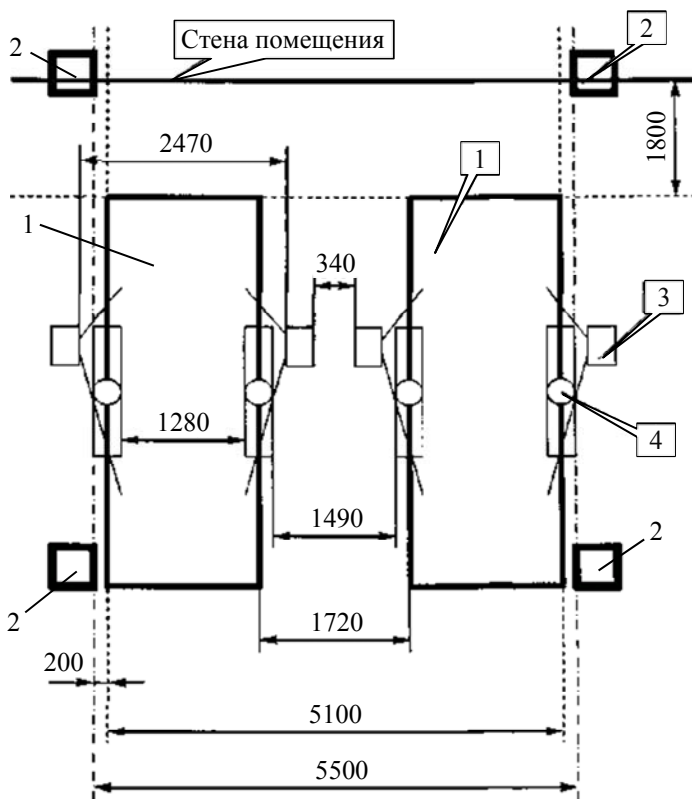


Рис. 1.1. Размещение технологического оборудования на участке ТО и Р:

1 – автомобиль; 2 – колонна; 3 – подъемник двухстоечный;

4 – подъемник двухплунжерный

Графические построения показаны на схеме плана части участка. На представленной схеме для наглядности совмещены выбранные типы подъемников и автомобили.

Как видно из построений, при использовании двухстоечных подъемников расстояние между ними составляет всего 340 мм. Это расстояние не удовлетворяет требованиям безопасности труда.

Таким образом, двухплунжерный подъемник является приемлемым со всех точек зрения, поэтому он должен быть выбран для данного участка.

Критерий – совокупность технических параметров оборудования.

Этот критерий применяется тогда, когда все параметры оборудования одинаково влияют на его выбор.

Для анализа выбираются либо единичные технические показатели из технической характеристики оборудования, например, для подъемника – грузоподъемность, высота подъема, мощность электродвигателя, масса, габаритные размеры и др., либо показатели эффективности из группы III – технические показатели, рассчитываемые по формулам либо и те и другие вместе.

За образец сравнения принимается какая-либо одна модель из рассматриваемой группы машин, стендов или другого оборудования. Ее показатели становятся базовыми. По формуле рассчитываются относительные безразмерные показатели q_1, q_2, \dots, q_n качества для всех моделей. Очевидно, что для базового образца показатели

$$q_1 = q_2 \dots q_n = 1.$$

По значениям рассчитанных относительных безразмерных показателей q строятся циклограммы технических уровней оборудования. На рис. 1.2 показаны примерные циклограммы технических уровней трех моделей оборудования – А (базовый образец), Б и В, построенные по 6 техническим параметрам.

Считается, что технический уровень оборудования выше у той модели, у которой площадь циклограммы больше. Так, из рис. 1.2 видно, что модель Б имеет лучшие технические характеристики, чем базовая модель А и модель В, а модель А – более высокий технический уровень, чем модель В.

Это и является основанием для выбора модели оборудования при приобретении техники для предприятия.

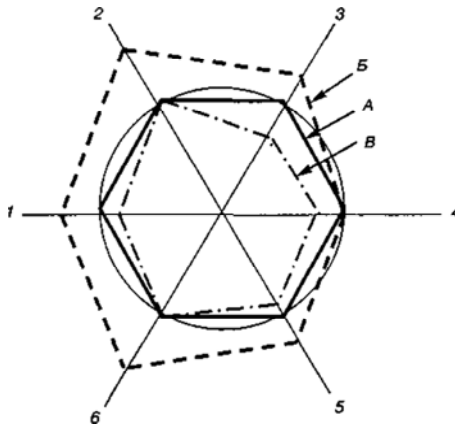


Рис. 1.2. Пример циклограммы технических уровней разных моделей однотипного технологического оборудования:
A – базовый образец; *B* – модель № 1; *B'* – модель № 2;
 1–6 – единичные технические параметры оборудования,
 выраженные в относительной безразмерной форме

Однако на практике может иметь место ситуация, когда при сравнении двух или более моделей оборудования их циклограммы пересекаются (рис. 1.3), т. е. по одним показателям одна модель будет лучше другой, а по другим – хуже.

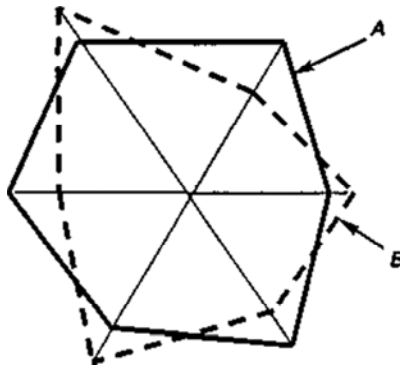


Рис. 1.3. Пример пересекающихся циклограмм технических уровней разных моделей однотипного технологического оборудования, построенных по 6 единичным показателям качества:
A – модель № 1; *B* – модель № 2

В этом случае выбор лучшей модели оборудования для приобретения может представлять определенные затруднения. Для решения этой проблемы целесообразно воспользоваться выбором по следующему критерию – средневзвешенный показатель качества.

Критерий средневзвешенный показатель качества оборудования

Этот критерий целесообразно использовать в тех случаях, когда единичные технические параметры оборудования по-разному влияют на технический уровень, т. е. каждый показатель имеет свой вес (уровень значимости). Например, для пользователя балансировочных станков такие технические показатели, как точность балансировки, диаметры балансируемых колес, ширина шины, тип диска, количество программ балансировки, вид привода, установленная мощность привода, габаритные размеры, масса станда и др. имеют неодинаковую значимость, одни показатели для них являются более важными, чем другие.

Для учета этих обстоятельств выбор оборудования ведут по значению средневзвешенного показателя K , который рассчитывается весовым методом (показатель определяют усреднением оценок отдельных единичных относительных показателей путем суммирования показателей с учетом их коэффициентов весомости):

$$K = \sum_{i=1}^n q_i \cdot \alpha_i, \quad (1.9)$$

где q_i – безразмерный показатель i -го качества;

α_i – коэффициент весомости данного свойства в оценке качества изделия.

Также K можно рассчитать *эксперт-методом* на основе усреднения оценок экспертами балльных значений отдельных единичных показателей с учетом их коэффициентов весомости:

$$K = n \cdot \sum_{i=1} P_i \cdot \alpha_i, \quad (1.10)$$

где P_i – показатель, характеризующий i -е свойство изделия, в баллах;

α_i – коэффициент весомости данного свойства в оценке качества изделия.

Для определения степени значимости каждого показателя (его веса) пользуются экспертным методом, когда один эксперт (профессионал в данной области) или группа экспертов устанавливают значения весов a , единичных показателей.

Та модель из рассматриваемой группы однотипного оборудования будет по техническому уровню наиболее приемлемой для приобретения, у которой значение средневзвешенного показателя окажется большим.

Критерий интегральный показатель качества оборудования

Этот критерий устанавливает соотношение «цена – качество» оборудования. Интегральный показатель качества рассчитывается по формуле

$$И = K/З; \quad (1.11)$$

$$И = Э/З, \quad (1.12)$$

где $З$ – затраты на приобретение и эксплуатацию оборудования;

$Э$ – суммарный полезный эффект от эксплуатации станка, станда или иного оборудования, например, объем услуг в денежном выражении, полученный при эксплуатации данного оборудования.

Лучшей считается та модель оборудования, у которой данный показатель качества выше.

1.6. Порядок выполнения работы

1. Изучить методики расчета экономического эффекта от закупки нового или модернизации действующего оборудования и 3-х групп показателей, методику параметрического выбора модели оборудования.

2. Получить задание преподавателя (вид оборудования, характеристики предприятия технического сервиса, для которого оборудование следует обосновать и выбрать, планировка существующего участка и другая необходимая информация).

3. Изучить каталоги на заданный вид оборудования или используя интернет.

4. Рассчитать показатели (3 группы).

5. Построить параметрические циклограммы на миллиметровой бумаге либо в графической программе (Компас, Автокад или др.).
6. Выбрать оптимальную для заданных условий модель и производителя.
7. Оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

1.7. Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Методика расчета показателей.
3. Методика параметрического выбора лучшей модели применительно к местным условиям предприятия технического сервиса.
4. Результаты расчетов.
5. Параметрические циклограммы для вида оборудования в соответствии с заданием преподавателя.
6. Заключение по выбору марки и производителя оборудования.
7. Выводы.

Лабораторная работа № 2

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

2.1. Цель работы

Закрепить теоретические знания и получить практические навыки по разработке и выполнению технологического процесса восстановления и упрочнения деталей автомобиля нанесением вакуумно-плазменных покрытий.

2.2. Задание на выполнение работы

1. Изучить технику безопасности при нанесении вакуумно-плазменных покрытий.

2. Изучить техническую документацию, устройство и принципы работы вакуумного оборудования и нанесения покрытий с использованием электродугового испарителя в вакууме.

3. Ознакомиться с оснащением рабочих мест, устройством и работой оборудования, приспособлений и инструмента.

4. В соответствии с заданием преподавателя провести процесс откачки вакуумной камеры и нанесения покрытия вакуумно-плазменным электродуговым методом. Подготовить образцы.

5. Определить весовым методом толщину слоя и рассчитать скорость нанесения покрытия, сравнить и занести данные в таблицу.

6. Оформить и защитить отчет.

2.3. Оснащение рабочего места

1. Установка вакуумно-плазменного напыления типа «ННВ-6.6И1-3», «Булат-6М», УВН. ИПА-1-001, УВН. ИПА-1-004 или другое аналогичное оборудование.

2. Комплект мерительного инструмента (штангенциркуль, микрометр, индикаторные головки).

3. Твердомер ТК2-М «Роквелл».

4. Магнитный толщиномер МТ-16.

5. Прибор для измерения микротвердости ПМТ-3, оснащенный пирамидой Виккерса.
6. Весы лабораторные аналитические ВЛА-500.
7. Наборы гаечных ключей и слесарного инструмента.
8. В качестве исходных материалов для нанесения вакуумно-плазменных покрытий, в зависимости от назначения, могут использоваться технически чистые металлы или их сплавы.

2.4. Охрана труда

Эксплуатация установки должна проводиться в производственных помещениях, соответствующих санитарно-техническим требованиям, установленным ГОСТ 12.1.005-96.

При подготовке поверхности к нанесению покрытия следует руководствоваться указаниями мер безопасности, приведенными в инструкциях по эксплуатации ультразвуковой ванны и сушильного шкафа. Подготовка поверхностей образцов, инструмента и деталей машин к нанесению покрытий с применением легковоспламеняющихся жидкостей (бензин, ацетон, спирт) должна проводиться с выполнением требований по обеспечению пожарной безопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.004-96, а требований взрывобезопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.010-96. Ответственным лицом за эксплуатацию вакуумной установки является мастер производственного обучения с категорией не ниже II.

Включение установки категорически запрещается при неисправной системе блокировок; со снятыми защитными кожухами на источниках плазмы и устройстве поворотном; при неисправной системе электропитания; при неисправной системе водоохлаждения; без подачи воды в хотя бы одну из водоохлаждаемых систем агрегата.

Кнопка аварийного отключения находится на верхней поверхности основания с правой стороны дверки камеры.

При работе на установке потенциальной опасностью являются: образование твердых аэрозолей в процессе нанесения покрытия; повышенные значения напряжения в электрических цепях; возможность механических травм.

К работе на установке должен допускаться обслуживающий персонал (инженер), имеющий группу электробезопасности не ниже III, прошедший обучение по правилам эксплуатации установки и правилам техники безопасности и вакуумной гигиены.

Температура поверхности вакуумной камеры не должна превышать 60 °С.

Уровень звукового давления, создаваемого установкой, не должен превышать нормативных значений.

При выгрузке изделий из камеры очистки фильтров отсасывающей вентиляции, стенок камеры и пылесоса обслуживающий персонал должен пользоваться защитными очками и бесклапанным респиратором (ГОСТ 12.4.041-98).

Дополнительные меры безопасности при работе с конкретными материалами покрытий доводятся обучаемым с преподавателем или мастером производственного обучения при инструктаже.

2.5. Общие сведения

Развитие методов плазменной технологии высоких энергий дает дополнительные возможности получения покрытий тонких пленок, широко применяемых в настоящее время в различных областях техники, в том числе и в ремонтно-обслуживающем производстве. Впервые технология вакуумно-плазменного напыления покрытий была разработана в 60–70 годах прошлого столетия физиками-ядерщиками Харьковского физико-технического института (Украина) в процессе экспериментов по коммутации сильноточных разрядов и получил фирменное название КИБ (*конденсация с ионной бомбардировкой в контролируемом вакууме*). Ими же была разработана и изготовлена первая вакуумно-плазменная установка для нанесения покрытий на режущий инструмент, получившая название «Булат». Покрытие при вакуумно-плазменном напылении формируется из потока частиц, находящихся в атомарном, молекулярном или ионизированном состоянии. Этот поток частиц получают распылением материала посредством воздействия на него различными энергетическими источниками. Вакуумное конденсационное напыление проводят в жестких герметичных камерах при давлении $1,33 \cdot 10^{-3} - 13,3$ Па. Благодаря этому обеспечиваются необходимая длина свободного пробега напыляемых частиц (без столкновений между собой и с атомами газов остаточной атмосферы) и защита материала от взаимодействия с атмосферными газами. В общем случае движущей силой переноса частиц в направлении к поверхности напыления является разность парциальных давлений паровой

фазы. Наиболее высокие давления пара, достигающие 133 Па и более, наблюдаются вблизи поверхности распыления (испарения). Это и обуславливает перемещение частиц в направлении напыляемого изделия, где парциальное давление паров минимально. Ионизированные частицы обладают большей энергией, что обеспечивает получение покрытий высокого качества. Метод вакуумно-плазменного напыления позволяет наносить покрытия не только из металлов (в том числе тугоплавких), сплавов, но и получать покрытия из высокотвердых карбидов и нитридов металлов для упрочнения деталей и режущего инструмента ремонтного производства. Синтез этих покрытий происходит при конденсации потока металлической плазмы в атмосфере соответствующего реактивного газа (азота, метана или ацетилена). Покрытия, наносимые вакуумно-плазменными методами, характеризуются высокой адгезией к основе; получением качественного покрытия при относительно низкой температуре, без разупрочнения и последующей термической и механической обработки; состав и свойства покрытий можно изменять в широких пределах, наносить многослойные покрытия; покрытия лишены крупных дефектов, вызывающих начальное разрушение в процессе износа, их можно наносить на *окончательно обработанные поверхности* деталей и инструмента без ухудшения геометрического качества поверхности. Микротвердость вакуумно-плазменных покрытий на деталях и режущем инструменте может регулироваться параметрами техпроцесса от твердости чистых металлов до 10–36 ГПа, а толщина наносимых слоев от 1 до 50 мкм. Следует также отметить безопасность вакуумно-плазменного напыления для окружающей среды, т. к. процесс нанесения реализуется в вакуумной камере и не используются агрессивные и токсичные для человека и окружающей среды вещества.

Основные применения вакуумно-плазменной установки: восстановление посадок и небольших износов линейных размеров охватываемых деталей; упрочнение деталей; защита от износа и коррозии поверхностей ответственных деталей; упрочнение металлорежущего инструмента и технологической оснастки (штамповой, прессовой, литейной). Размеры упрочняемых деталей ограничиваются габаритами эффективной рабочей зоны в вакуумной камере (как правило, цилиндр Ø300–500 мм и высотой 300–400 мм).

Характеристика оборудования для нанесения вакуумно-плазменных покрытий

Для нанесения покрытий используют вакуумно-плазменные установки различных отечественных производителей: ВУ-1Б, ВУ-1БС, ВУ-2МБС и др. Сморгоньского завода оптического станкостроения (Беларусь), ННВ6.6-И4 Саратовского завода «Электротерм» (Россия), ННВ6.6-И1 Новосибирского завода Электротермического оборудования (Россия), УРМ 3.279.048 («Юнион») и УВН. ИПА-1-001, УВН. ИПА-1-004 Калининградского машиностроительного завода «Кварц» (Россия), «Булат», «Булат-3», «Булат-3Т», «Булат-6», «Булат-6М» Киевского завода ЦНИТУ (Украина), «Пуск-82» Московского завода НИИТАвтоПром (Россия).

Установка «Булат-6М» предназначена для нанесения любых металлов и твердых химических соединений (нитридов, карбидов, оксидов) металлов IVa-VIa групп Периодической системы Менделеева (Ti, Cr, Mo, Zr, Nb, W в виде покрытий (по методу конденсации в вакууме с ионной бомбардировкой – метод КИБ) на детали автомобилей, режущий инструмент, инструментальную оснастку. Схема установки «Булат-6М» приведена на рис. 2.1, а планировка участка – на рис. 2.2.

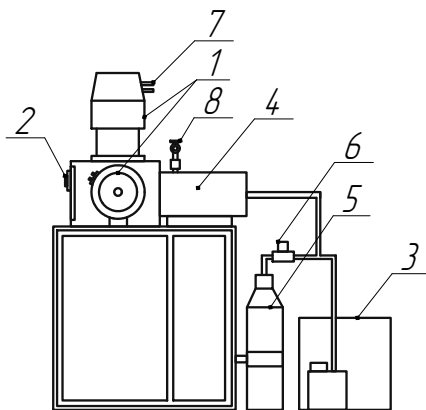
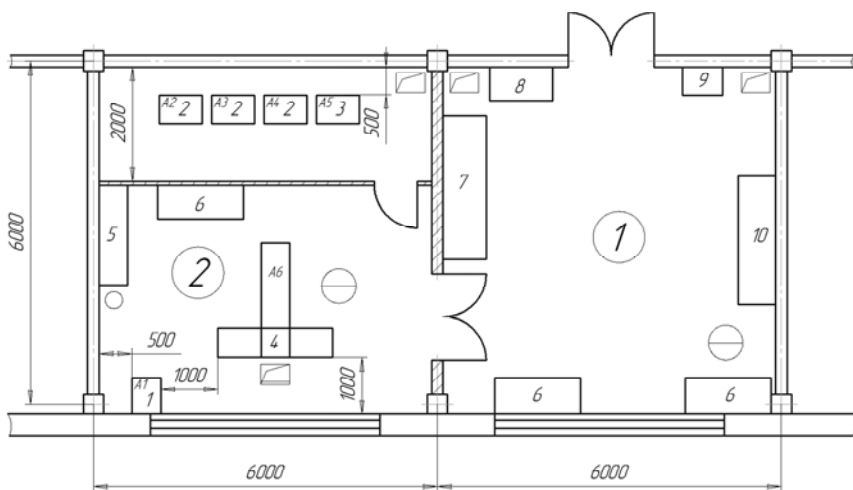


Рис. 2.1. Схема установки вакуумно-плазменного напыления «Булат-6М»:
1 – электродуговые испарители; 2 – вакуумная камера; 3 – форвакуумный агрегат;
4 – паромасляный высоковакуумный насос с высоковакуумным затвором;
5 – газовый баллон; 6 – вакуум-провод с байпасным клапаном; 7 – подвод воды;
8 – патрубком подключения вытяжной вентиляции



Условные обозначения

- Ввод водопроводной сети;
- ▤ Подвод отсасывающей вент. системы;
- ▥ Подвод вытяжной вент. системы;
- ▧ Подвод приточной вент. системы;
- Рабочее место.

- ① - Подготовительное отделение.
- ② - Помещение для нанесения вакуумно-плазменных покрытий.

Рис. 2.2. Планировка участка вакуумно-плазменного напыления:

- 1 – блок питания и управления; 2 – источник питания электродугового испарителя; 3 – источник питания высоким напряжением;
- 4 – вакуумный пост установки «Булат 6М»; 5 – шкаф-стеллаж для обработанных деталей; 6 – стол; 7 – вытяжной шкаф;
- 8 – шкаф для спецодежды; 9 – умывальник;
- 10 – шкаф-стеллаж для хранения изделий

Установка состоит (рис. 2.1) из следующих основных частей: вакуумного блока с паромасляным высоковакуумным насосом и вакуумным затвором 4, соединенным с вакуумной камерой 2, на которой смонтированы электродуговые испарители 1 (3 шт.); форвакуумного откачного агрегата 3; системы вакуумных трубопроводов и коммутационных устройств (вакуумных клапанов) 6; прибора контроля остаточного давления газов в вакуумной камере с датчиками низкого и высокого вакуума (вакуумметр ионизационно-термопарный ВИТ-3); блока питания и управления, блока питания высоким напряжением, источников питания электродуговых испарителей (3 шт.).

Техническая характеристика вакуумно-плазменной установки «Булат-6М».

На участке вакуумно-плазменных покрытий должны быть организованы рабочие места подготовки поверхности к нанесению покрытий и технического контроля готовой продукции; вакуумно-плазменного напыления.

Помещение для участка вакуумно-плазменного напыления имеет следующие характеристики:

- по электробезопасности помещение относится к помещению с повышенной опасностью;
- по взрывоопасности помещение относится к категории не взрывоопасных;
- по пожарной опасности помещение относится к категории «Д»;
- по вакуумной гигиене помещение относится к III категории.

Помещение характеризуется незначительным избытком явного тепла ($20 \text{ ккал/м}^3 \cdot \text{ч}$ и менее). Температура воздуха зимой $18\text{--}21 \text{ }^\circ\text{C}$ (влажность $50 \pm 10 \%$), летом – $22\text{--}25 \text{ }^\circ\text{C}$ (влажность $50 \pm 10 \%$).

Скорость движения воздуха в рабочей зоне зимой $0,2 \text{ м/с}$, летом – не более $0,3 \text{ м/с}$.

Помещение участка вакуумно-плазменных покрытий разделено на два изолированных стенами отделения (рис. 2.2): отделение подготовки поверхностей к нанесению покрытий 1 и помещение для нанесения вакуумно-плазменных покрытий 2, в котором шумоизолирующей перегородкой выделено помещение для источников питания дуговых испарителей (3 шт.) и источника питания высоким напряжением.

Технологический процесс нанесения вакуумно-плазменных покрытий

Процесс вакуумно-плазменного напыления покрытий включает три стадии:

- 1) перевод из твердого состояния в ионизированное паро-плазменное состояние приповерхностных слоев расходуемого электрода (катода, изготовленного из материала основы покрытия) с помощью вакуумно-дугового разряда;
- 2) формирование паро-плазменного потока и перенос напыляемых частиц на поверхность детали;
- 3) конденсация (осаждение) частиц паро-плазменного потока на поверхности напыления – формирование покрытия.

Первая стадия процесса обеспечивает испарение с регулируемой скоростью и ионизацию материала катода, изготовленного из материала покрытия, при этом конденсированная фаза в виде жидких или твердых частиц должна отсутствовать либо содержаться в минимальном количестве.

На второй стадии формируется направленный к поверхности конденсации детали поток с максимальной пространственной плотностью частиц и степенью ионизации паровой фазы.

Третья стадия характеризуется двумя конкурирующими процессами: конденсацией на поверхность и ее распылением вследствие бомбардировки заряженными частицами металла катода, преобладание одного из которых определяется теплофизическими характеристиками металлов основы и покрытия, углом падения частиц на поверхность конденсации и величиной потенциала, приложенного к ней, следовательно, величиной энергии конденсирующихся ионов металла.

В случае подачи со строго контролируемым расходом активных газов (азот, метан, кислород, сероводород и др.) и создания в вакуумной камере «реакционно-способного вакуума» возможно получать твердые и износостойкие покрытия (нитриды, карбиды, оксиды, бориды и др.), либо твердые смазочные покрытия типа дисульфидов молибдена. С помощью вакуумно-плазменного напыления создают износостойкие покрытия на поверхностях трения деталей машин, режущих кромках инструмента, прессовой и штамповой оснастки и др.

Источником потока материала, образующего покрытие при вакуумно-плазменном напылении, является стационарный электродуговой эрозионный испаритель (рис. 2.3) с расходуемым интегрально холодным водоохлаждаемым катодом. Источником энергии для испарения исходного материала покрытия является вакуумная электрическая дуга, которая, в отличие от атмосферных электрических дуг, развивается в парах исходного металла покрытия (катод) и для ее реализации не требуется большая концентрация газовых носителей заряда.

Испаритель состоит (рис. 2.3) из системы размещенных в вакуумной камере коаксиально расположенных электродов – охлаждаемого водой катода *1* из металла покрытия, установленного на держателе *12* в центре испарителя, охлаждаемого анода *5*, расположенного вокруг катода *1*, вспомогательного анода *4* с концентратором магнитного поля *13* и установленным на нем через изолятор *6*

поджигающим электродом 10, соленоидов управления вакуумной дугой 8 и фокусировки плазменного потока 14.

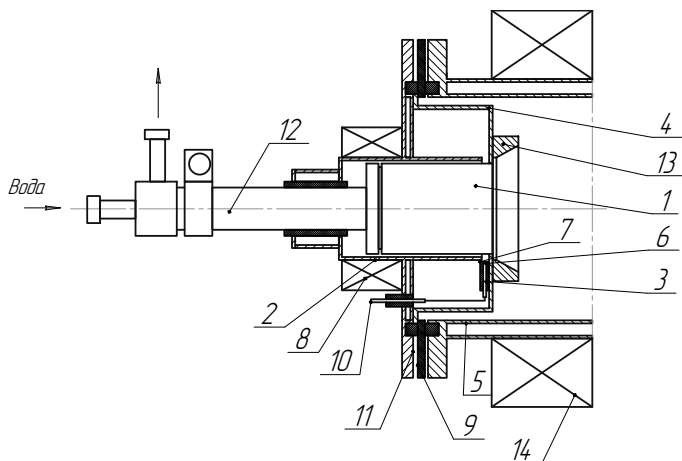


Рис. 2.3. Электродуговой источник плазмы (испаритель):

- 1 – расходуемый материал (катод); 2 – экран; 3 – поджигающий электрод;
 4 – вспомогательный анод; 5 – основной анод; 6 – диэлектрическая втулка;
 7 – кольцевой зазор; 8 – соленоид стабилизации дуги; 9 – изоляторы;
 10 – вывод поджигающего электрода; 11 – водоохлаждаемый фланец;
 12 – водоохлаждаемый катододержатель; 13 – концентратор магнитного поля;
 14 – фокусирующая магнитная катушка

Катод 1 и анод 2 подключены соответственно (рис. 2.4) к отрицательной и положительной клеммам регулируемого источника питания постоянного тока (сварочного выпрямителя), между ними приложена разность потенциалов, вспомогательный анод 4, через сопротивление R соединен с анодом 2. Электромагнитная катушка 8 играет роль стабилизатора траектории катодного пятна на рабочей поверхности распыляемого материала, а соленоид 14 предназначена для фокусировки и ускорения потока ионов, отклонения потока макрочастиц с целью сепарации потока.

Устройство работает следующим образом (рис. 2.4): при рабочем давлении в вакуумной камере 10^{-3} – 10^{-1} Па нажатием на кнопку «Поджиг» подаются импульсы высокого отрицательного потенциала с конденсатора C_n на поджигающий электрод 3. По поверхности изолятора, на которой сформирована самовосстанавливающаяся

пленка металла, происходит пробой разряда высокого напряжения. В результате пленка испаряется и образуется облачко ионизированных положительно заряженных частиц металла, которое замыкает разрядный промежуток между катодом и анодом.

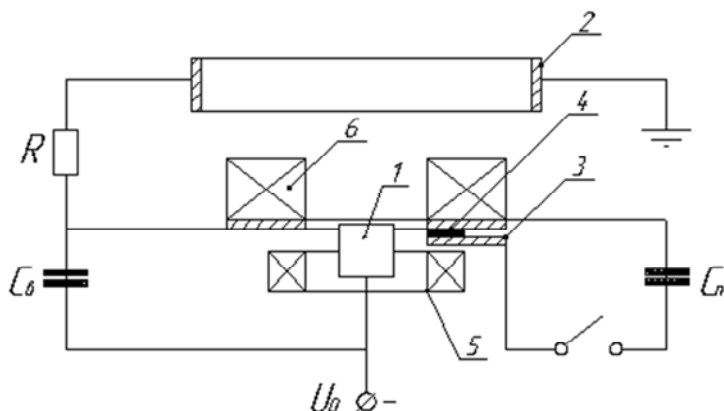


Рис. 2.4. Схема подключения электродов электродугового испарителя к источнику питания (сварочный выпрямитель постоянного тока):
 1 – расходуемый материал (катод); 2 – основной анод; 3 – поджигающий электрод; 4 – вспомогательный анод; 5 – электромагнитная катушка; 6 – фокусирующая электромагнитная катушка

Физическо-технологические основы вакуумно-плазменной технологии нанесения покрытий

На поверхности катода 1 (рис. 2.3, 2.4) зажигается вакуумная электрическая дуга *катодной формы* в виде быстро перемещающихся *катодных микропятен* ($\varnothing 0,01-0,1$ мм), в которых концентрируется весь ток разряда (плотность тока достигает 10^3-10^5 А/мм²) и температура достигает 5000–6000 °С. При этом рабочая поверхность катода остается твердой и интегрально холодной (температура не выше 100 °С). Под действием высокой температуры и ударно-ионизационного воздействия в катодных пятнах металл катода испаряется, ионизируется, ускоряется до энергии $\approx 10^2-10^3$ ЭВ (электрон-вольт) и перемещается в вакууме с высокой скоростью 1–10 км/с прямолинейно от рабочей поверхности катода в пределах телесного угла с вершиной в центре катода 1 и образующими, проходящими через наружный срез анода 2 (рис. 2.4).

Минимальный ток, проходящий через катодное пятно, при котором возможно горение дуги, связан с теплофизическими константами материала катода соотношением:

$$I_K = 2,5 \cdot 10^4 \cdot T_K \cdot \sqrt{\lambda_T}, \quad (2.1)$$

где T_K – температура кипения металла катода;

λ_T – коэффициент теплопроводности.

Для устойчивого горения вакуумной дуги катодной формы необходимо одновременное существование как минимум 2-х катодных пятен. Из расчетных данных следует, что минимальный ток вакуумно-дугового разряда для титана – 80 А, хрома – 120 А, молибдена – 150 А, вольфрама – 300 А.

Скорость испарения $V_{и}$, кг/(м²·с) в общем случае определяется из выражения

$$V_{и} = 0,438 \cdot 10^{-2} \cdot p \cdot \sqrt{\frac{M}{T_{и}}} = A_{и} \cdot p, \quad (2.2)$$

где p – давление паров, Па;

$T_{и}$ – температура испарения, К;

M – молекулярная масса испаряемого металла.

Зависимость давления паров от температуры описывается уравнением:

$$\lg p = A \cdot T^{-1} + B \cdot \lg T + C \cdot T + D \cdot T^2 + E, \quad (2.3)$$

где A, B, C, D, E – константы, характерные для испаряемого металла (табл. 2.1).

При проведении прикидочных расчетов скорости испарения обычно ограничиваются коэффициентами A, B и E , значения которых для некоторых металлов приведены в табл. 2.1. Значения коэффициента B следует учитывать только для Zn и Cd .

В табл. 2.2 приведены основные термодинамические характеристики некоторых элементов, наиболее широко используемых в технологии нанесения покрытий в вакууме ($T_{пл}$ и T_K – соответственно температуры плавления и кипения). При определении основных параметров технологического процесса нанесения покрытий оператору необходимо как минимум определить скорость испарения ве-

шества. Для этого он должен выполнить следующие операции: выбрать необходимый металл покрытия; задаться ориентировочной температурой испарения $T_{и}$ и выбрать наиболее близкое значение $T_{к}$ из значений, приведенных в табл. 2.3; затем, умножив коэффициент A табл. 2.2 на соответствующее значение p , определить по формуле (2.1) скорость испарения $V_{и}$. Если значение температуры испарения является промежуточным (табл. 2.2), следует применить для расчета метод линейной интерполяции для определения соответствующих параметров.

Пример. Вычислить скорость испарения алюминия в вакууме при температуре $T_{и} \approx 1830$ °К.

Из табл. 2.3 определяем значения A и P при заданной температуре испарения:

$$V_{и} = (0,0749/133) \cdot 1,33 \cdot 10^2 = 0,0749 \text{ кг/ (м}^2 \cdot \text{с)}.$$

Таблица 2.2

Значения констант A , B и E в формуле (2.2)
для расчета скорости испарения

| Наименование металла | $A \cdot 10^{-3}$ | B | E |
|----------------------|-------------------|------|-------|
| Алюминий, (Al) | 15,94 | 8,27 | 9,67 |
| Хром, (Cr) | 20,0 | 9,56 | 10,82 |
| Титан, (Ti) | 20,12 | 9,31 | 10,63 |
| Железо, (Fe) | 19,97 | 9,08 | 10,32 |
| Молибден, (Mo) | 30,85 | 8,40 | 9,52 |

Таблица 2.3

Основные термодинамические характеристики
металлов покрытий

| Металл | $T_{пл.},$ °К | $T_{к},$ °К | M | Значения $T_{к},$ °К (числитель) и коэффициента $A_{Г-133}$ (знаменатель) при давлении $P, \text{ Па}$ | | | | | |
|--------|------------------|----------------|-----|---|-------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | $1,33 \cdot 10^{-1}$ | 1,33 | $1,33 \cdot 10$ | $1,33 \cdot 10^2$ | $1,33 \cdot 10^3$ | $1,33 \cdot 10^4$ |
| Al | 932 | 2736 | 30 | 1355/0,0871 | 1490/0,0830 | 1640/0,0791 | 1830/0,0749 | 2050/0,0708 | 2370/0,0658 |
| Cr | 2173 | 2938 | 52 | 1540/0,1075 | 1670/0,1032 | 1825/0,0987 | 2010/0,0941 | 2240/0,0891 | 2550/0,0835 |
| Ti | 1940 | 3575 | 48 | 1850/0,0942 | 2010/0,0904 | 2210/0,0862 | 2450/0,0819 | 2760/0,0771 | 3130/0,0724 |
| Fe | 1809 | 3148 | 56 | 1615/0,1089 | 1750/0,1046 | 1920/0,100 | 2130/0,0949 | 2390/0,0895 | 2740/0,0836 |
| Mo | 2890 | 4924 | 98 | 2580/9,1128 | 2800/0,1083 | 3060/0,1036 | 3390/0,0984 | 3790/0,0931 | 4300/0,0874 |

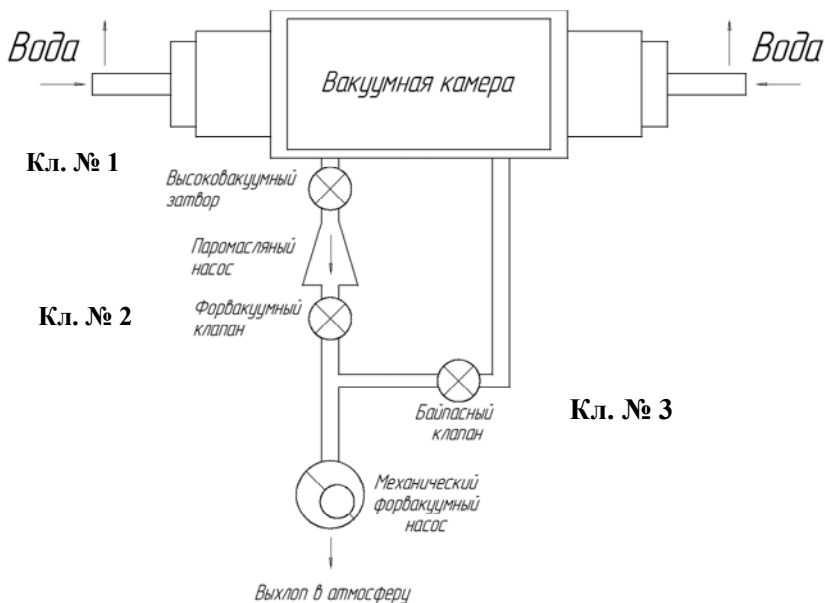
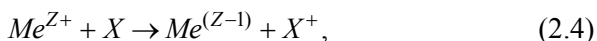


Рис. 2.5. Схема вакуумной системы установки «Булат-6М»

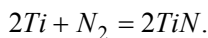
Наиболее вероятными процессами при столкновении пароплазменного потока с молекулами остаточного или реактивного газа (азот, кислород, углеводород или смесь газов) являются реакции нерезонансной перезарядки:



где X – атом газа, вызывающий ионизацию газовой среды;

Me^{Z+} – ион металла.

Т. е. происходит ударная ионизация реакционно-способного газа, который притягивается к поверхности конденсации и вступает в реакцию прямого синтеза твердого химического соединения, например:



На третьей стадии ионной очистки к обрабатываемой подложке прикладывается отрицательный потенциал $-25-1700$ В от автоном-

ных источников питания, что приводит к ускорению ионной компоненты плазмы металла в так называемом двойном слое до энергии:

$$E_i = e \cdot Z \cdot U_{\Pi} E_{\text{Д}}, \quad (2.5)$$

где Z – заряд (степень ионизации) иона – определяется количеством валентных электронов на внешней оболочке атома металла и параметрами электрической дуги;

U_{Π} – отрицательный потенциал смещения, приложенный к подложке;

$E_{\text{Д}}$ – исходная энергия иона, полученная при испарении в вакуумно-дуговом разряде (составляет 100–200 эВ для металлов IVa–VIa групп Периодической системы).

Бомбардировка поверхности тяжелыми ионами металла катода, в зависимости от энергии, способствует распылению поверхностных примесей и дефектов, травлению и активации поверхностных слоев подложки, нагреву до требуемой температуры конденсации 150–800 °С.

Величина энергии, сообщаемой атомам кристаллической решетки металла подложки:

$$E = \frac{4 \cdot M_{\text{И}} \cdot M_{\text{П}}}{M_{\text{И}} + M_{\text{П}}} \cdot E_i, \quad (2.6)$$

где $M_{\text{И}}$ и $M_{\text{П}}$ – массы иона металлов катода и подложки соответственно;

E – энергия иона металла расходуемого катода. Если $E < 25$ эВ энергия переходит в тепло и подложка нагревается, $E \gg 125$ эВ – происходит смещение в промежуточное положение или распыление атомов подложки.

Процесс нанесения покрытия включает ионную очистку и подогрев до температуры конденсации бомбардировкой поверхности потоком ускоренных до энергии ~500–2000 эВ ионов металла покрытия и конденсацию с ионной бомбардировкой потоков плазмы металла с энергией 25–300 эВ, что обеспечивает постоянную температуру процесса, подавление роста размеров кристаллитов и получение более плотной структуры за счет умеренной ионной бомбардировки при строго контролируемом давлении реакционного газа

или без подачи его. В последнем случае на поверхности формируется покрытие из чистого металла.

Высокие механические характеристики плазменно-вакуумных покрытий, такие как микротвердость, износостойкость, прочность сцепления с материалом подложки. Низкий коэффициент трения и слабая склонность к свариванию с обрабатываемой деталью обусловлены слабым родством с металлами группы железа. Высокая термическая стабильность защищает материал основы от локальных температурных воздействий, а малая толщина слоя обеспечивает упругость (квазипластичность) при ударах и экстремальных нагрузках.

Параметры, оказывающие большое влияние на показатели эффективности процесса: дистанция напыления; угол расхождения потока напыляемых частиц; угол встречи потока с поверхностью напыления; давление и рабочая среда; температура и размеры напыляемого изделия и др.

Дистанция напыления. При испарении материала с поверхности катода область равномерного покрытия при дистанции $L = 250$ мм распространяется на площадь напыления диаметром 200–300 мм.

Давление в камере. С этим параметром в первую очередь связана длина свободного пробега напыляемых частиц при нанесении покрытия из чистых металлов и стехиометрический состав, структура и прочностные характеристики упрочняющего покрытия (нитрида, карбида).

При нанесении покрытий из *чистых металлов* рекомендуется минимально достижимое давление остаточных газов в вакуумной камере, т. к. максимальная степень разрежения до вакуума $(5-8) \cdot 10^{-3}$ Па облегчает процесс переноса частиц и формирование качественного слоя.

При нанесении *упрочняющих покрытий (карбиды, нитриды)* давление соответствующего реакционного газа (метана, ацетилена, азота, аммиака) поддерживается на уровне $(3-15) \cdot 10^{-1}$ Па. Повышение давления газа способствует увеличению твердости слоя, однако снижает скорость нанесения покрытия и способствует образованию пор в покрытии.

Температура напыляемого изделия оказывается одним из наиболее значимых параметров процесса напыления. С температурой поверхности напыляемого изделия в первую очередь связана десорбция примесей, уровень остаточных напряжений и прочность, струк-

тура покрытия. При нанесении покрытий из *чистых металлов* с увеличением температуры адгезионная прочность возрастает в связи с образованием псевдодиффузионного слоя с переходным составом от материала подложки к материалу покрытия, поэтому желательно выбирать ее максимально допустимой при условии не разупрочнения подложки. При нанесении *упрочняющих покрытий* (карбиды, нитриды) увеличение температуры приводит к росту термических остаточных напряжений из-за большой разности коэффициентов термического расширения материалов подложки (большой) и покрытия (очень низкий, т. к. это керамика). Поэтому целесообразно в этом случае рекомендовать минимальную температуру 150–500 °С, при которой формирование покрытия из химического соединения термодинамически возможно.

Толщина слоя покрытия – одна из важнейших характеристик покрытия, в значительной мере определяющая его защитные свойства, является функцией скорости осаждения и времени обработки, с которыми она связана прямо пропорциональными зависимостями. Необходимая толщина слоя определяется требуемым объемом металла для восстановления дефектов. Слой чистого металла можно наносить плазменно-вакуумным методом до 20–50 мкм, в то время как слой карбида или нитрида не следует проектировать более 10 мкм, из-за накопления термических напряжений и отслаивания покрытий. Поэтому при необходимости нанесения слоя большей толщины для восстановления и упрочнения поверхностей целесообразно наносить двухслойную структуру: слой чистого металла + слой нитрида или карбида.

Режим нанесения покрытия: давление остаточных газов в камере $P = (2-15) \cdot 10^{-2}$ Па; режим нанесения покрытия: ток дугового испарителя $U = 80-150$ А; потенциал подложки 25...120 В; время нанесения определяется в зависимости от требуемой толщины с учетом скорости осаждения слоя. Охладить опытные детали в вакуумной камере в течение 15 мин, затем наполнить камеру азотом до атмосферного давления и выдержать 5 мин. Методами активированного вакуумно-плазменного напыления можно получать покрытия не только из высокопрочных металлов IV a – VI a групп Периодической системы (износостойкие покрытия из нитридов, карбидов, оксидов и других химических соединений).

Детали, подлежащие нанесению покрытий, располагают в вакуумной камере на поворотном устройстве таким образом, чтобы покрываемые поверхности были перпендикулярны направлению плазменного потока. Рабочие поверхности должны быть тщательно подготовлены механическим способом. Качество механической подготовки нерабочих поверхностей не имеет значения, однако грубые поверхностные загрязнения (окалина, ржавчина) не допускаются. Эти дефекты должны быть устранены при подготовке поверхности изделий.

Для восстановления посадок и охватываемых размеров деталей, в том числе прецизионных, могут использоваться Fe, Ni, Cr, Ti, другие металлы, а в случае необходимости более высокой твердости – двухслойные покрытия из внутреннего слоя металла и внешнего слоя карбида, нитрида металла.

Для упрочнения и повышения износостойкости трущихся поверхностей целесообразно использовать покрытия из карбидов, нитридов металлов IV *a* – VI *a* групп Периодической системы Менделеева (Ti, Cr, Zr, Mo, W и др.) с тонкой прослойкой металла у подложки или переходного состава толщиной 0,2–0,5 мкм. Такая конструкция покрытия нужна для повышения адгезии и уменьшения остаточных термических напряжений, возникающих при охлаждении детали с покрытием из-за разности КТР металла основы и нитрида, карбида.

Покрытиями на основе карбидов и нитридов повышают износостойкость и ресурс работы деталей из стали, стойкость режущего инструмента и оснастки. Возможность регулирования цвета и высокая твердость покрытий позволяют использовать их как декоративные.

2.6. Порядок выполнения работы

1. Изучить указания мер безопасности при выполнении работ.
2. Изучить конструкцию и принцип работы вакуумно-плазменной установки, основных ее компонентов. Данные занести в таблицу отчета.
3. Нанести слой износостойкого вакуумно-плазменного покрытия на основе молибдена на образец с приданием вращению образцу.
4. Нанести слой износостойкого вакуумно-плазменного покрытия на образец без вращения образца.

5. Произвести повторные измерения диаметров опытных образцов после напыления. Данные занести в таблицу.

6. Взвесить опытные образцы после напыления.

7. По формулам (2.7), (2.8) рассчитать толщину слоя вакуумно-плазменного покрытия.

8. Рассчитать скорость нанесения покрытия, являющуюся важной характеристикой производительности вакуумно-плазменной установки, для 2-х вариантов образцов (с напылением на цилиндрическую поверхность с вращением и на плоскую поверхность без него) по формуле (2.9).

9. Результаты занести в отчет.

10. Оформить и защитить отчет.

Исследование характеристик вакуумно-плазменного оборудования может выполняться на опытных образцах типа «цилиндр» ($\varnothing 10\text{--}30$ мм и длиной 100–300 мм) или типа «диск» ($\varnothing 10\text{--}30$ мм и толщиной 5–10 мм).

Толщину h , мм покрытия на цилиндрическом образце определяем из соотношения (весовой метод):

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{2 \cdot (M - m)}{\pi \cdot (D + d) \cdot L \cdot \gamma}, \quad (2.7)$$

где d , m – соответственно диаметр в мм и масса в г образца до нанесения покрытия;

D , M – соответственно диаметр в мм и масса в г образца после нанесения покрытия;

L – длина, мм;

γ – удельный вес материала покрытия, $\text{мг}/\text{см}^3$.

Толщину h , мм покрытия на плоском образце определяем из соотношения (весовой метод):

$$h = \frac{4 \cdot (M - m)}{\pi \cdot d^2 \cdot \gamma}, \quad (2.8)$$

где d , m – соответственно диаметр в мм и масса в г образца до нанесения покрытия;

M – масса в г образца после нанесения покрытия;

L – длина, мм;

γ – удельный вес материала покрытия, мг/см³.

$$V_K = \frac{V_{И} \cdot S \cdot \cos \alpha}{4 \cdot \pi \cdot L^2}, \quad (2.9)$$

где $V_{И}$ – скорость испарения, мм/с;

S – площадь испарения, мм²;

α – угол между направлением потока частиц и нормалью к поверхности напыления;

L – расстояние от источника испарения до напыляемой поверхности, мм.

2.7. Содержание отчета

1. Наименование и цель лабораторной работы.
2. Схемы устройства установки вакуумно-плазменного напыления и электродугового испарителя.
3. Основные теоретические выкладки, касающиеся испарения и конденсации в вакууме.
4. Особенности применения данного типа оборудования для упрочнения и восстановления деталей автомобилей.
5. Результаты определения расчетной скорости нанесения покрытия, являющейся важнейшей характеристикой оборудования.
6. Перечень показателей и результаты выполненных измерений.
7. Заключение.

Лабораторная работа № 3

УСТРОЙСТВО ИНВЕРТОРНОГО СВАРОЧНОГО АППАРАТА, ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДА И ПАРАМЕТРОВ СВАРКИ

3.1. Цель работы

Изучить устройство и технические характеристики инверторного сварочного аппарата; освоить методику выбора параметров сварки и наплавки; ознакомиться с приемами работы с использованием инверторного источника питания при электродуговой сварке и наплавке.

3.2. Задание на выполнение работы

Изучить охрану труда, устройство и работу сварочного инвертора, схему и характер изменения параметров электрического тока в элементах инверторного сварочного источника питания на основе IGBT-модуля, схему обозначений маркировки IGBT IR инверторов, техническую характеристику и правила безопасной эксплуатации инверторного сварочного аппарата. Освоить настройку предусмотренных в аппарате Multimig-220 режимов ручной дуговой сварки (ММА), полуавтоматической сварки (MIG MAG) и аргонодуговой сварки (TIG), предложенной преподавателем, и методы их устранения сваркой, технические условия на сварные соединения. Выбрать метод электродуговой сварки детали и предложить технологические режимы.

Приобрести практические навыки в использовании многофункционального сварочного аппарата Multimig-220.

Выполнить настройку на соответствующий вид и режимы сварки (наплавки) сварочного аппарата Multimig-220 в соответствии с заданием преподавателя. Оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

3.3. Оснащение рабочего места

1. Инвенторный сварочный аппарат Multimig-220.
2. Стол для сварочных работ ОКС-7523.
3. Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А.
4. Стеллаж ОРГ-1468-06-092А.
5. Присадочная проволока.

6. Баллон с аргоном (ТУ 6-21-32-78).
7. Редуктор (ГОСТ 6266-78).
8. Шланги типа ИВН Ø12 (ГОСТ 9366-80).
9. Очки защитные (ГОСТ 12.4.008-71).
10. Присадочная проволока ПАНЧ-11.
11. Электроды для ручной дуговой сварки.
12. Фартук прорезиненный № 2 (ГОСТ 12.4.029-76).
13. Щиток сварщика (ГОСТ 14651-79).
14. Щетка металлическая (ГОСТ 19630-74).
15. Ручная шлифмашинка (ГОСТ 12633-79).
16. Молоток слесарный 7850-0035 (ГОСТ 2310-90).
17. Зубило 2810-0160 (ГОСТ 7211-72).
18. Образцы из стали, чугуна и алюминиевых сплавов.

3.4. Охрана труда

Перед работой на данном аппарате следует ознакомиться с правилами безопасного использования сварочного оборудования и с рисками, связанными с процессом дуговой сварки, с соответствующими нормами защиты и аварийными ситуациями.

Следует избегать непосредственного контакта с электрическим сварочным контуром, так как в отсутствии нагрузки напряжение, подаваемое источником тока, возрастает и может быть опасно.

Перед проведением любых работ при подсоединении сварочных кабелей, замене роликов и/или направляющих проволоки, введении проволоки в ролики, установки катушки с проволокой, очистки роликов, шестерен и зоны, находящейся под ними, процедур по проверке и ремонту аппарата, необходимо обязательно отсоединить вилку аппарата от электрической сети.

Перед заменой изношенных детали сварочной горелки необходимо выключить аппарат и отсоединить его вилку от электрической сети.

Рекомендуется подсоединять сварочный аппарат только в сеть питания с защитным заземлением.

Запрещается использовать данный аппарат в сырых, мокрых или пыльных помещениях, а также под дождем.

Не использовать аппарат, имеющий кабель с поврежденной изоляцией или плохим контактом с соединительными кабельными клеммами.

В месте выполнения сварочных работ необходимо убрать все горючие материалы (бумагу, древесные опилки, ветошь и т. д.).

При выполнении работ необходимо обеспечить достаточную вентиляцию рабочего места.

При выполнении работ необходимо всегда защищать глаза специальными стеклами-светофильтрами, смонтированными на маске или на каске, со степенью затемнения, соответствующей типу выполняемой сварки.

При работе следует пользоваться невозгораемой спецодеждой из брезента, пропитанного специальным составом, или из специально обработанной кожи.

Электромагнитные поля, возникающие в процессе сварки, могут влиять на работу электрооборудования и электронной аппаратуры.

3.5. Общие сведения

Сварочный аппарат Multimig-220 основан на использовании сварочного инвертора IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) в качестве основного элемента источника питания сварочной дуги (рис. 3.1).

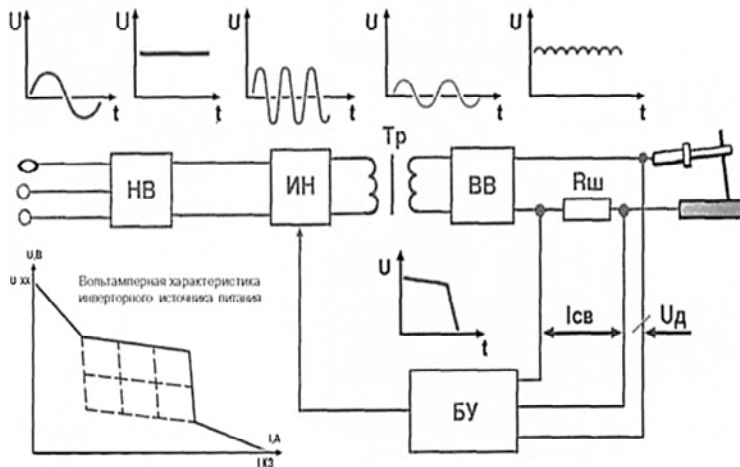


Рис. 3.1. Схема и характер изменения параметров электрического тока в элементах инверторного сварочного источника питания на основе IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor):

НВ – низкочастотный выпрямитель; ИН – инвертор; Тр – трансформатор; ВВ – высокочастотный выпрямитель; Rш – шунт; БУ – блок управления

Условные обозначения модулей на IGBT-транзисторах: МТКИД; МТКИ; М2ТКИ; МДТКИ и др.

Условные обозначения IGBT-транзисторов (рис. 3.2) включают:

- букву М – модуль беспотенциальный (основание изолировано);
- 2 – количество ключей;
- буквы ТКИ – биполярный с изолированным затвором;
- ДТКИ – диод/биполярный транзистор с изолированным затвором;
- ТКИД – биполярный транзистор с изолированным затвором/диод;
- цифры: 25, 35, 50, 75, 80, 110, 150 – максимальный ток;
- цифры: 1, 2, 5, 6, 10, 12 – максимальное напряжение между коллектором и эмиттером $U_{кз}$ ($\times 100$ В).



Рис. 3.2. Схема расшифровки обозначений IGBT IR инверторов

Таблица 3.1

Основные параметры 600В IGBT-модулей 6-го поколения

| Тип транзистора | Корпус | I_{\max} , (25 °C), А | I_{\max} , (100 °C), А | $V_{эф}$, (175 °C), В | $E_{эф}$, (175 °C), мкДж | $R_{эф}$, °C, Вт | Мощность, кВт |
|-----------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------|---------------|
| IRGC4D39B | б/корп. ТО-220 | 8 | 4 | 2,2 | 210 | 2,7 | 0,8 |
| IRGB4D39D | | | | | | | |
| IRGC4D45B | | 12 | 6 | 2,14 | 329 | 1,94 | 1,0 |
| IRGB4D45D | | | | | | | |
| IRGC4D50B | | 16 | 8 | 1,95 | 405 | 1,51 | 1,2 |
| IRGB4D50D | | | | | | | |

| Тип транзистора | Корпус | I_{\max} , (25 °С), А | I_{\max} , (100 °С), А | $V_{\text{эф}}$, (175 °С), В | $E_{\text{эф}}$, (175 °С), мкДж | $R_{\text{эф}}$ °С, Вт | Мощность, кВт |
|-----------------|-------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------|------------------|
| IRGC4D54B | | 20 | 10 | 2,00 | 415 | 1,49 | 1,3 |
| IRGB4D54D | | | | | | | |
| IRGC4D56B | б/корп. ТО-220 | 24 | 12 | 1,97 | 540 | 1,07 | 1,5 |
| IRGB4D56D | | | | | | | |
| IRGC4D61B | | 36 | 18 | 2,5 | 855 | 0,73 | 2,0 |
| IRGB4D61D | | | | | | | |
| IRGC4D62B | б/корп. ТО-220 | 48 | 24 | 2,04 | 1260 | 0,6 | 2,5 |
| IRGB4D62D | | | | | | | |
| IRGS4D62B | ТО-247 | | | | | | |
| IRGC4D62B | б/корп. ТО-220 | 96 | 48 | 2,1 | 3210 | 0,45 | 4,0 |
| IRGB4D62D | | | | | | | |

Основные преимущества источников питания на сварочных инверторах:

- малый вес и размеры инверторных источников сварочного тока позволяют производить сварку, легко перемещаясь вместе с аппаратом;
- в инверторе нет силового трансформатора, следовательно КПД инвертора значительно выше, чем обычного сварочного трансформатора или выпрямителя. Например, при сварке электродом диаметром 3 мм обычный аппарат потребляет не менее 6–7 кВт, а любой, даже самый простой инвертор, не более 4 кВт;

- микропроцессорное управление сварочного инвертора обеспечивает устойчивую обратную связь тока и напряжения на дуге с выходными параметрами аппарата – при зажигании дуги аппарат генерирует дополнительный импульс тока (так называемый «горячий старт»), а при коротком замыкании сварочный ток сразу отключается, то есть «приморозить» электрод здесь практически невозможно;

- сварочный инвертор имеет значительно более широкий, чем у обычного аппарата, диапазон регулировки сварочного тока, что особенно важно при сварке тонкими электродами (диаметром 1,6 или 2 мм) – дуга на малых токах горит стабильно, разбрызгивание металла практически отсутствует.

- качество сварочного шва выше, чем при использовании традиционных источников питания.

Недостатки сварочного инвертора:

- производственная пыль (любая) выводит источник питания из строя;

- чувствительность к перегрузкам, из-за которых дорогостоящий модуль IGBT выходит из строя прежде, чем аппарат отключится сам;

- небрежное обращение с аппаратом, продолжение его эксплуатации при появлении явных признаков неисправности, ослабление фиксации сварочных кабелей в панельных гнездах приводят к выходу из строя;

- неквалифицированное использование приводит к повреждению IGBT-модуля, не подлежащему восстановлению.

- при напряжении электросети менее 190 В аппарат не работает.

Сварочный аппарат Multimig-220 предназначен для:

- полуавтоматической сварки MIG-MAG в среде защитных газов (аргона и/или углекислого газа);

- сварки FLUX порошковой проволокой без защиты газом;

- ручной дуговой сварки (ММА) плавящимися электродами.

- аргоно-дуговой сварки TIG неплавящимся вольфрамовым электродом.

Multimig-220 может использоваться для сварки конструкционных и нержавеющей сталей, алюминия, магния, меди и их сплавов и других цветных металлов. Он обеспечивает полный контроль за параметрами сварочного тока, высокое качество шва и стабильную работу. Модуль IGBT аппарата осуществляет управление замкнутой системой обратной связи и обеспечивает постоянство значения рабочего напряжения и компенсирует перепады питающего напряжения в диапазоне $\pm 15\%$.

Уменьшение потерь металла от брызг заметно увеличивает эффективность сварки и уменьшает затраты энергии. Инверторная частота 20 кГц позволяет значительно уменьшить габаритные размеры и массу аппарата.

К сварочному аппарату поставляется: горелка типа WT15E; горелка MIG/MAG MB 15 AK (евроразъем) 3 м; горелка TIG WP17 4 м; электрод-держатель с нагрузочным кабелем; обратный кабель с клеммой заземления; комплект наконечников диаметром 0,8 и 1,0 мм и газовый рукав с хомутиком; ролик подающий 0,6–0,8 мм (установлен в механизм подачи проволоки); щиток сварщика; клемма заземления с кабелем 3 метра.

Техническая характеристика аппарата Multimig-220 приведена в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Техническая характеристика инверторного сварочного аппарата Multimig-220

| № п/п | Назначение | Ручная дуговая сварка (ММА), полуавтоматическая сварка (MIG MAG), аргодуговая сварка (TIG) |
|-------|---------------------------------|--|
| 1. | Входное напряжение | 220 В |
| 2. | Сварочный ток | 10–200 А (40–200 А для MIG; 20–180 А для ММА; 10–180 А для TIG) |
| 3. | Продолжительность нагрузки (ПВ) | 60 % |
| 4. | Напряжение без нагрузки | 61 В |
| 5. | Диаметр электрода | 0,6–4 мм |
| 6. | Класс изоляции | H (180 °С) |
| 7. | Габариты (В×Ш×Г) | 495×213×390 мм |
| 8. | Вес | 14 кг |

Особенности аппарата Multimig-220: микропроцессорное управление оптимизирует работу всех узлов и функций аппарата; построен на базе IGBT-транзисторов; содержит два цифровых дисплея, которые отображают характеристики сварочного тока и напряжения; интуитивная панель управления позволяет подобрать оптимальные параметры для разных условий сварки; имеет регулируемые параметры мягкости дуги Arc Control (MIG mode), форсаж дуги Arc Force (MMA mode); функция «Antistick» принудительно снижает сварочный ток при залипании электрода; есть режимы защиты от перегрева и 2Т/4Т; имеется розетка 36V AC на задней панели для подключения редуктора с подогревом; в комплекте есть сварочные разъемы увеличенного размера (13 мм), рассчитанные на ток 315 А, увеличивают ресурс соединения кабель-аппарат и газовый штуцер на 2 диаметра шлангов (6 мм; 9 мм). Основные параметры аппарата представлены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Основные параметры сварочного аппарата Multimig-220

| Наименование показателей | Параметры |
|--|------------------------|
| 1 | 2 |
| Напряжение цепи переменного тока, В | 220 |
| Частота тока сети, Гц | 50 |
| Номинальный ток сети, А | 25 |
| Номинальная мощность источника питания, кВт | 5,8 |
| Параметры для полуавтоматической сварки | |
| Диапазон регулирования сварочного тока, А | 30–180 |
| Диапазон регулирования рабочего напряжения, В | 16–22 |
| Период включения, ПВ % | 35; 60; 100; 100 |
| Сварочный ток, А | 180; 150; 120; 80 |
| Рабочее напряжение, В | 22,4; 20,5; 19,0; 17,5 |
| Напряжение холостого хода, В | 42 |
| Диапазон регулирования скорости подачи проволоки, см/мин | 40–60 |
| Диаметр сплошной сварочной проволоки по стали, мм | 0,6; 0,8; 1,0 |
| Диаметр порошковой сварочной проволоки FLUX по стали, мм | 0,8; 1,0; 1,2 |
| Параметры для ручной сварки ММА плавящимся электродом | |
| Диапазон регулирования сварочного тока, А | 30–200 |
| Диапазон регулирования рабочего напряжения, В | 20,4–26,4 |
| Период включения, ПВ % | 35; 60; 100; 100; |
| Сварочный ток, А | 200; 175; 150; 120; |
| Рабочее напряжение, В | 26,4; 25,2; 24,0; 22,3 |
| Напряжение холостого хода, В | 72 |
| Максимальный диаметр рутитовых электродов по стали (АНО-4, МР-3), мм | 4 |
| Максимальный диаметр рутит-целлюлозных электродов по стали (МР-3С), мм | 5 |
| Максимальный диаметр щелочных электродов по стали (УОНИ-13), мм | 4 |
| Максимальный диаметр щелочных электродов по нержавеющей стали (ОЗЛ-8, ЦЛ-11, НЖ-13), мм | 4 |
| Максимальный диаметр щелочных электродов по чугуну (ЦЧ-4), по алюминию и сплавам (ОЗА-1), мм | 3,2 |

| 1 | 2 |
|--|-------------------------|
| Параметры для аргонодуговой сварки TIG неплавящимся вольфрамовым электродом | |
| Диапазон регулирования сварочного тока, А | 30–180 |
| Диапазон регулирования рабочего напряжения, В | 14,4–16,4 |
| Период включения, ПВ % | 35; 60; 100; |
| Сварочный ток, А | 180; 150; 120; 100; |
| Рабочее напряжение, В | 16,4; 15,2; 14,4; 14,0; |
| Напряжение холостого хода, В | 42 |
| Диаметр вольфрамового электрода, мм | 1,2; 1,6; 2,4; 3,2 |
| Коэффициент полезного действия, % | 85 |

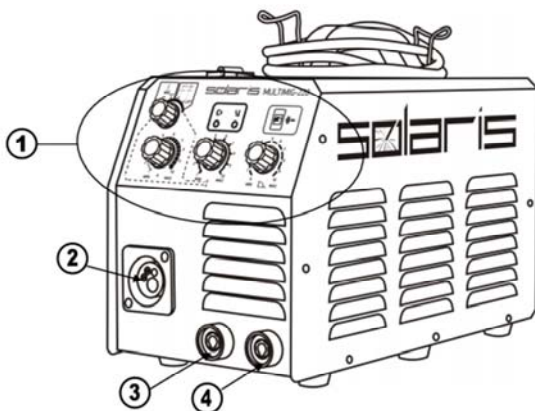
Описание панели управления и основных узлов аппарата

Индикатор срабатывания тепловой защиты 7 (рис. 3.3) загорится в случае превышения рабочего цикла аппарата (он остановится, но вентилятор продолжит работать до тех пор, пока аппарат не остынет, при этом лампочка гаснет и процесс сварки может быть продолжен), в случае короткого замыкания.

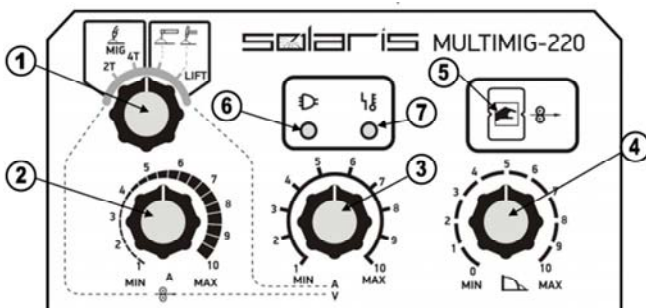
Задняя панель аппарата имеет выход сетевого кабеля, штуцер для подключения газового шланга, выключатель аппарата, вентилятор системы охлаждения и таблицу параметров сварки.

Механизм подачи сварочной проволоки (рис. 3.4) состоит из канала подачи проволоки 4, прижимного 1 и направляющего 2 роликов с регулятором их прижатия 3, клемм положительного 5 и отрицательного 6 полюсов, а также красного кабеля сварочной горелки MIG-MAG. Катушка сварочной проволоки установлена на кронштейне со стопорной гайкой.

В зависимости от вида сварки необходимо внутри отсека механизма подачи проволоки устанавливать требуемую полярность сварочной горелки: при использовании обычной проволоки с газовой защитой красный кабель 7 присоединяют к клемме (+) положительного контакта; при использовании порошковой (флюсовой) проволоки красный кабель 7 присоединяют к клемме (–) отрицательного контакта (сварка «Без газа»).



a



б

Рис. 3.3. Сварочный аппарат и панель управления:

a – сварочный аппарат:

1 – панель управления; 2 – евро разъем для подключения сварочной горелки MIG-MAG-FLUX; 3 – гнездо (-) для подключения клеммы заземления в режиме сварки MMA и MIG-MAG (для подключения горелки TIG);

4 – гнездо (+) для подключения электрододержателя MMA (для подключения клеммы заземления в режиме сварки TIG);

б – панель управления:

1 – ручка переключения режимов сварки; 2 – ручка переключения сварочного тока и скорости подачи проволоки в режиме сварки MIG-MAG; 3 – ручка регулировки рабочего напряжения в режиме сварки MIG-MAG (ручка регулировки сварочного тока в режиме сварки MMA (TIG);

4 – ручка регулировки «arc force» в режиме MMA; 5 – кнопка включения механизма подачи проволоки в режиме подготовки аппарата к работе;

6 – индикатор включения аппарата в сеть;

7 – индикатор срабатывания тепловой защиты

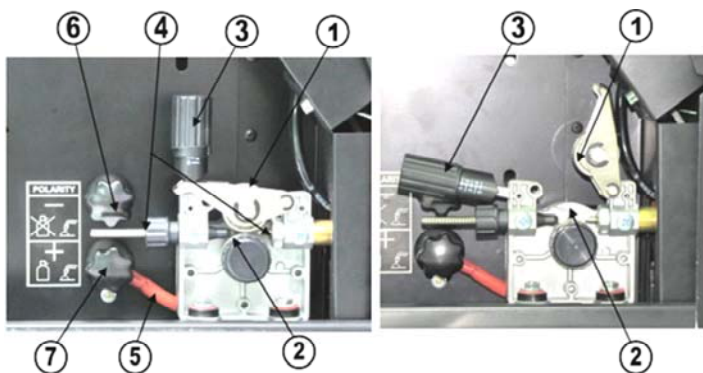


Рис. 3.4. Механизм подачи сварочной проволоки:

- 1 – ролик прижимной; 2 – ролик направляющий; 3 – регулятор прижатия;
 4 – канал подачи проволоки; 5 – клемма (+) положительного полюса;
 6 – клемма (-) отрицательного полюса; 7 – кабель сварочной
 горелки MIG-MAG красный

При сварке MIG-MAG необходимо применять защитный газ, препятствующий доступу воздуха в зону сварки. Стальные детали свариваются в среде либо чистого углекислого газа, либо в смеси углекислого газа с аргоном. Газовый шланг подключается к штуцеру подачи газа на задней панели аппарата и закрепляется хомутом. При работе с CO_2 для подачи газа применяется регулятор расхода типа У-30П, который с помощью накидной гайки наворачивается на углекислотный баллон. При работе с аргоном применяется регулятор расхода типа АР-40. Для приготовления смеси газов используются специальные смешивающие аппараты. Расход защитного газа устанавливается на регуляторах в зависимости от требуемого параметра сварочного тока, толщины свариваемых материалов, диаметра сварочной проволоки и других факторов. Значения параметров сварки берутся из таблиц.

При установке катушки и заправке проволоки необходимо убедиться, что ролики для подачи сварочной проволоки, направляющий канал для ее транспортировки, и медный наконечник сварочной горелки-пистолета MIG-MAG соответствуют типу и диаметру используемой проволоки и правильно присоединены. При установке катушки с проволокой необходимо открыть дверцу механизма подачи проволоки, нажав кнопки дверцы. Отвернув стопорную гайку

ку, установить на шпиндель катушку с проволокой так, чтобы она при подаче проволоки вращалась против часовой стрелки. Максимальный диаметр катушки должен быть не более 200 мм. Затем зафиксировать положение катушки стопорной гайкой.

Отвернув регулятор натяжения 3 (рис. 3.4), отвести в сторону кронштейн прижимного ролика 1.

От свободного конца проволоки на катушке отрезают ее погнувшую часть так, чтобы на срезе не было острых кромок и заусенцев, которые могут повредить направляющий канал сварочной горелки. Свободный конец проволоки вставляют в направляющую трубку канала подачи проволоки 4 и проталкивают на глубину 50–100 мм в отверстие сварочного рукава. Затем опускают на место кронштейн прижимного ролика 1 и блокируют его регулятором натяжения 3.

При этом необходимо убедиться, что проволока находится в борозде нижнего направляющего ролика 2. Для этого снимают сопло и контактную трубку (медный наконечник) с головки сварочной горелки-пистолета MIG-MAG, вставляют вилку аппарата в сетевую розетку и включают его.

Нажатием кнопки горелки или кнопки 5 (рис. 3.3, б) включения механизма подачи проволоки на панели управления сварочная проволока проходит по отверстию сварочного рукава. Когда ее конец выйдет из головки горелки на 10–15 см, необходимо отпустить кнопку подачи проволоки. Затем следует вернуть контактную трубку и сопло горелки на место при обесточенном аппарате. Проволока должна подаваться плавно (без рывков), не проскальзывая в борозде между роликами, а при прекращении подачи не должна образовываться петля под воздействием сил инерции катушки. Это обеспечивается регулятором 3 прижатия роликов и тормозящим усилием шпинделя на катушку. Перед началом сварочных работ конец проволоки обрезают, чтобы оставалось 10–15 мм и закрывают дверцу механизма подачи проволоки.

Реализованы два режима работы при выполнении сварки MIG-MAG: двухтактный 2Т и четырехтактный 4Т, которые устанавливаются ручкой 1.

В случае использования порошковой проволоки FLUX (сварка без газовой защиты) устанавливается режим 2Т. В режиме 2Т при нажатии кнопки сварочной горелки начинают сварку, а при ее отпуске – заканчивают. В режиме 4Т при первом нажатии кнопки

начинается подача защитного газа (1-й такт); при отпускании кнопки можно начинать сварку (2-й такт); при втором нажатии кнопки дуга гаснет (3-й такт), а подача защитного газа продолжается; при отпускании кнопки подача защитного газа прекращается (4-й такт).

Сварка TIG неплавящимся вольфрамовым электродом в среде защитного газа.

Сварка TIG выполняется электрической дугой, которая возбуждается и поддерживается между неплавящимся вольфрамовым электродом и свариваемой деталью. При сварке TIG применяется специальная горелка, которая удерживает в цанговом зажиме стержень непокрытого вольфрамового электрода и обеспечивает подачу защитного газа (чаще всего аргона) через керамическое сопло к зоне сварки.

Сварка TIG на постоянном токе применяется для любой углеродистой низко- или высоколегированной стали, в том числе и нержавеющей, а также тяжелых цветных металлов (медь, никель, титан и их сплавы). Преимуществом сварки TIG является очень высокое качество шва, отсутствие брызг и практическое отсутствие шлаков. Этот метод универсален: дает возможность работы с разными материалами, причем в любом положении и для большинства соединений.

Перед использованием вольфрамовый электрод необходимо заточить по оси на шлифовальном круге, чтобы наконечник стал коническим и чтоб избежать отклонения дуги при сварке. Для получения качественных результатов следует использовать соответствующие условиям марку электрода, диаметр и силу тока. Нормальный выход электрода из сопла 2–3 мм, но и может достигать 8 мм при угловой сварке.

При толщине свариваемого металла до 2,5 мм сварка TIG может выполняться без добавления присадочных электродов в виде отрезков металла, соответствующих типу свариваемого металла. В этом случае сварка выполняется за счет оплавления кромок свариваемого металла. При большей толщине свариваемого металла присадочные электроды применять обязательно. Режимы обработки выбираются из табл. 3.4 в зависимости от материалов основы и присадочного, диаметра электрода. Для получения высокого качества сварки необходимо тщательно зачистить место сварки, чтобы не было окислов, смазки, растворителей и других загрязнений.

Таблица 3.4

**Настройки сварочного тока в зависимости
от толщины свариваемых материалов и диаметра электрода**

| Свариваемые материалы | Типы покрытий плавящихся электродов | Диаметр электрода, мм | Положение ручки регулятора ММА | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|-----------------------|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|--|--|
| | | | Толщина свариваемого металла, мм | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | | |
| Сталь | Рутитовые электроды: АНО-4, МР-3, АЗС-12 и др. | 1,6 | 1,5 | 2 | 2 | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 | | | | | | | |
| | | 2,0 | | 2 | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 | 3,5 | 4 | | | | | | |
| | | 2,5 | | | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6 | | | | | |
| | | 3,2 | | | | 5 | 5,5 | 6 | 6,5 | 7 | 7,5 | 8 | | | | |
| | | 4,0 | | | | | 7 | 7,5 | 8 | 8,5 | 9 | 9,5 | 10 | | | |
| Сталь | Рутитово-целлюзные электроды: МР-3С, АНО-21, АНО-34 и др. | 1,6 | 1,5 | 2 | 2 | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 | | | | | | | |
| | | 2,0 | | 1,5 | 2 | 2 | 2,5 | 2,5 | 3 | 3,5 | | | | | | |
| | | 2,5 | | | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6 | 6,5 | 7 | | | | | |
| | | 3,2 | | | | 6,5 | 7 | 7 | 7,5 | 8 | 8,5 | 9 | | | | |
| | | 4,0 | | | | | 8,5 | 8,5 | 9 | 9 | 10 | 10 | | | | |
| Сталь | Щелочные электроды: УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, УОНИ-13/65 | 1,6 | 2,5 | 3 | 3,5 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | | | | | | | |
| | | 2,0 | | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6 | | | | | | |
| | | 2,5 | | | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6 | 6,5 | 7 | | | | | |
| | | 3,2 | | | | 6,5 | 7 | 7 | 7,5 | 8 | 8,5 | 9 | | | | |
| | | 4,0 | | | | | 8,5 | 8,5 | 9 | 9 | 10 | 10 | | | | |
| Нержавеющая сталь | Щелочные электроды: ОЗЛ-8, ЦЛ-11, КЖ-13 и др. | 1,6 | 2,5 | 3 | 3,5 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | | | | | | | |
| | | 2,0 | | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6 | | | | | | |
| | | 2,5 | | | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6 | 6,5 | 7 | | | | | |
| | | 3,2 | | | | 6,5 | 7 | 7 | 7,5 | 8 | 8,5 | 9 | | | | |
| | | 4,0 | | | | | 8,5 | 8,5 | 9 | 9 | 10 | 10 | | | | |
| Алюминий и его сплавы | Щелочно-солевые электроды: ОЗА-2, ОЗАНА-2 и др. | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 2 | 2 | 2,5 | 2,5 | 3 | | | | | | | |
| | | 2,0 | | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 | 3,5 | 3,5 | 4 | | | | | | |
| | | 2,5 | | | 3 | 3 | 3,5 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | | | | | |
| | | 3,2 | | | | 5 | 5,5 | 6 | 6,5 | 7 | 7,5 | 8 | | | | |
| | | 4,0 | | | | | 7 | 7,5 | 7,5 | 8 | 8 | 8,5 | 9 | 10 | | |
| Чугун | Щелочно-солевые электроды ЦЧ-4 | 3,2 | | | | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 4 | 4 | 4,5 | 5 | | | | |
| | | 4,0 | | | | | 5 | 5,5 | 6 | 6 | 6,5 | 7 | 7 | | | |
| | | 5,0 | | | | | | 8 | 8,5 | 8,5 | 9 | 9,5 | 9,5 | 10 | | |

При сварке TIG применяются следующие типы электродов:

– торий-вольфрамовые (WT4, WT10, WT20) – при сварке постоянным током прямой полярности стали большой толщины, когда необходимы большие токи дуга легко зажигается и остается стабильной;

– цериевые (WC20) – при сварке постоянным и переменным током, по сравнению с чисто вольфрамовыми они дают большую устойчивость дуги даже при малых значениях тока и применяются при орбитальной сварке труб и тонколистовой стали;

– лантановые (WL10, сплав вольфрама с оксидом лантана) – при сварке нержавеющей сталей постоянным и переменным током, имеют очень легкий первоначальный запуск дуги, низкую склонность к прожогам, устойчивую дугу и отличную характеристику повторного зажигания дуги.

3.6. Порядок выполнения работы

1. Изучить требования по охране труда.
2. Изучить схему и характер изменения параметров электрического тока в элементах инверторного сварочного источника питания на основе IGBT.
3. Изучить маркировку и схему обозначений IGBT IR инверторов.
4. Ознакомиться с оборудованием рабочего места.
5. Изучить многофункциональный сварочный аппарат и приемы работы Multimig-220.
6. Выбрать метод сварки или наплавки в соответствии с заданием преподавателя (инженера).
7. Подготовить образцы для сварки или наплавки в соответствии с заданием.
8. Определить по таблицам режимы сварки и состав защитных газовых смесей.
9. Настроить аппарат в соответствии с принятым методом сварки (наплавки) и выбранными режимами.
10. Произвести кратковременный процесс сварки (наплавки).
11. Отключить аппарат, снять образец и убрать рабочее место.
12. Оформить и защитить отчет.

3.7. Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Принцип действия и устройство инверторного источника питания сварочной (наплавочной) дуги.
3. Маркировка и расшифровка обозначений на сварочном IGBT-инверторе.
4. Назначение сварочного аппарата Multimig-220 и его технические характеристики.
5. Устройстве и функции элементов панели управления и механизма подачи проволоки.
6. Описание настроек аппарата на выбранные по заданию преподавателя вид и параметры сварки (наплавки).
7. Выводы.

Лабораторная работа № 4

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА, ХАРАКТЕРИСТИК И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТОРМОЗНОГО СТЕНДА К-486

4.1. Цель работы

Изучить устройство, правила подготовки к работе и технического обслуживания стенда для диагностирования тормозов автомобилей.

4.2. Задание на выполнение работы

1. Изучить правила охраны труда при подготовке к работе и эксплуатации стенда.
2. Изучить устройство, принцип действия основных элементов, органы управления, правила технического обслуживания и подготовку к работе тормозной стенд К-486.
3. Освоить методику и осуществить функциональную, а также метрологическую поверку стенда.
4. Снять характеристики и определить погрешность стенда.
5. Оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

4.3. Оснащение рабочего места

1. Стенд тормозной автоматизированный модели К-486БМ.
2. Микрометр МК 200 (ГОСТ 6507-80).
3. Штангенглубиномер ШГ- 250 (ГОСТ 162-80).
4. Штангенциркуль ШЦ ГП-0,1-250-630 (ГОСТ 169-80).
5. Штангенциркуль ШЦ1- 125-ОД (ГОСТ 166-80).
6. Нажимное устройство К 486.00.00.800.
7. Динамометр ДОСМ-3-2 с погрешностью 0,5 % от измеряемой величины (ГОСТ 9500-84).
8. Комплект запасного инструмента и оснастки к стенду.

Вместо указанных приборов и измерительных инструментов допускается применение других средств, обеспечивающих измерение контролируемых параметров с достаточной степенью точности.

4.4. Охрана труда

1. Если возможно, надо обезопасить территорию тормозного стенда с помощью ограждений и цветowych отметок на полу или с помощью предупреждений об опасности с лампочками «ОСТОРОЖНО! ИДЕТ ПРОВЕРКА ТОРМОЗОВ!»

2. При нахождении стенда проверки тормозов находится в «спящем» режиме заблокировать главный выключатель для предотвращения несанкционированного использования.

3. К работе на стенде допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, прошедшие вводный инструктаж, инструктаж и стажировку на рабочем месте, в присутствии преподавателя и инженера, ответственного за оборудование.

4. Требования охраны труда перед началом работы:

- перед испытанием автомобиля на стенде необходимо проверить легкость вращения роликов, под передние колеса установить упоры;
- проверить герметичность пневмопровода подъемного устройства стенда;

- включать стенд только в присутствии ответственного инженера по разрешению преподавателя;

- перед проведением проверочных действий важно убедиться, что никто не стоит рядом с роликами, и что оператор сидит в автомобиле в ходе проверочных действий.

5. Требования охраны труда во время работы:

- не допускается проводить работы по настройке при включенном стенде и вращающихся роликах;

- запрещено заводить мотор автомобиля с помощью привода тормозного стенда;

- запрещается парковать транспортные средства на роликовом тормозном стенде;

- эксплуатационный режим «аварийный режим эксплуатации» следует применять только для съезда автомобиля с роликов в случае повреждения тормозного стенда в процессе испытаний;

- при активации «автоматического режима эксплуатации» ролики начинают вращаться, как только автомобиль заезжает на тормозной стенд. Поэтому ИК-передатчик следует держать внутри автомобиля, чтобы можно было выключить стенд с водительского места в случае возникновения аварийной ситуации.

6. Требования охраны труда в аварийных ситуациях:

– при возникновении аварийной ситуации, угрожающей здоровью и жизни работающих, оповестить об опасности окружающих людей, прекратить все работы, доложить непосредственному руководителю о происшествии и действовать в соответствии с его указаниями;

– при поломке оборудования угрожающей аварией прекратить его эксплуатацию, а также подачу к нему электроэнергии. Доложить о принятых мерах непосредственному руководителю (лицу, ответственному за безопасную эксплуатацию оборудования) и действовать в соответствии с полученными указаниями.

7. При поражении работника электрическим током, незамедлительно освободить пострадавшего от воздействия тока, применяя диэлектрические средства и соблюдая меры предосторожности.

8. При обнаружении признаков возникновения пожара (горения, задымления, запаха гари, повышения температуры и т. п.) каждый работник обязан немедленно сообщить по телефону (101) в пожарную охрану, при этом необходимо назвать адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию; принять по возможности меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей; незамедлительно сообщить о происшедшем непосредственному руководителю.

4.5. Общие сведения

Для оценки технического состояния тормозных систем автомобилей на АТП и СТО в основном используют роликовые (барабанные) стенды, за рубежом, кроме того, применяют платформенные (площадочные) стенды. Из числа роликовых стендов в преобладающем большинстве используют стенды, основанные на силовом методе диагностирования.

Силовой метод позволяет определять тормозные силы каждого колеса при задаваемом усилии нажатия на тормозную педаль, измерять время срабатывания тормозного привода, оценивать состояние тормозных барабанов и накладок.

Более достоверным является инерционный метод диагностирования на специальных роликовых инерционных стендах. На них измеряют тормозной путь по каждому отдельному колесу, время срабатывания тормозного привода и замедление (максимальное и

по каждому колесу в отдельности). Из-за сложности, высокой стоимости и более низкой технологичности в эксплуатации эти стенды применяют крайне ограниченно.

Стационарный электропневматический автоматизированный стенд (тормозная модель К-486) предназначен для контроля эффективности тормозных систем легковых (в том числе полноприводных) автомобилей. Техническая характеристика стенда приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Техническая характеристика стенда К-486
(ТУ 200-РСФСР-1/5-240-85Е)

| № п/п | Наименование и размерность характеристики | Величина характеристики |
|-------|---|-------------------------|
| 1. | Производительность стенда, авт/ч: – в автоматизированном режиме – в неавтоматизированном режиме | 20 10 |
| 2. | Начальная скорость торможения, км/ч | 4,0 |
| 3. | Диапазон измеряемой тормозной силы колес, кН | 0–5 |
| 4. | Пределы допускаемой погрешности, не более, % | ±4 |
| 5. | Коэффициент осевой неравномерности стенда включения табло «Неравномерность» | 0,09–0,13 |
| 6. | Диапазон измеряемой силы на педали тормоза, Н | 0–600 |
| 7. | Пределы допускаемой приведенной погрешности, не более, % | ±5 |
| 8. | Габаритные размеры блока роликов, мм | 3390×810×370 |
| 9. | Масса, кг | 580 |

Стенд состоит из опорного устройства, в которое входят два блока роликов, стойки приборной, силоизмерительного устройства. Для обеспечения выезда автомобиля блоки роликов имеют подъемники с тормозными колодками для стопорения роликов. Стенд позволяет выдавать результаты измерения на центральный пульт управления или печатающее устройство. Управление стендом производится из кабины испытуемого автомобиля при помощи дистанционного пульта.

Стенд К-486 предназначен для определения эффективности тормозных систем автомобилей массой в снаряженном состоянии до 3000 кг и шириной колеи 1100–1500 мм. На стенде контролируют

общую удельную тормозную силу и осевую неравномерность тормозных сил. В комплект станда входят опорное устройство (рис. 4.1), стойка приборная с пультом управления и индикации (рис. 4.2), выносной пульт управления. Стенд может работать в двух режимах: автоматическом (производительность 20 авт/ч) и неавтоматическом (10 авт/ч).

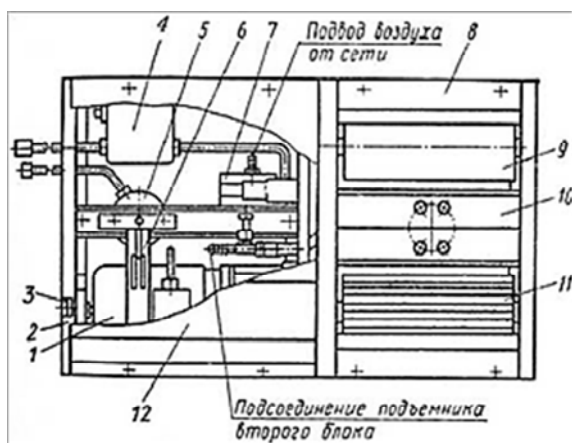


Рис. 4.1. Роликовый узел станда К-486:

- 1 – мотор–редуктор; 2 – рама; 3 – болт заземления; 4 – коробка;
 5 – силоизмерительный датчик; 6 – рычаг; 7 – пневмораспределитель;
 8 – трап; 9 – поддерживающий ролик; 10 – подъемник;
 11 – ведущий ролик; 12 – крышка

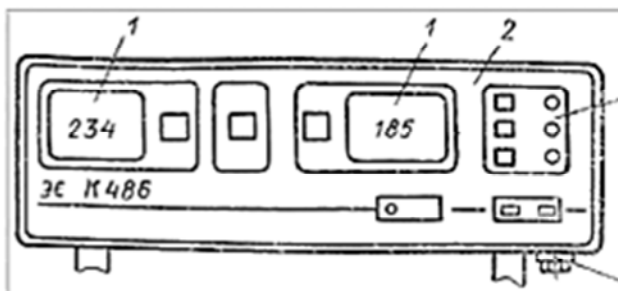


Рис. 4.2. Лицевая панель стойки приборной станда К-486:

- 1 – цифровой индикатор; 2 – лицевая панель;
 3 – блок индикаторов; 4 – разъем

Стенд размещается в помещениях, оборудованных вентиляцией, оснащенных первичными средствами пожаротушения в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.021-75 и ГОСТ 12.4.009-75, имеющих автономное электропитание. Стенд соответствует классу защиты I по ГОСТ 122007-0-75.

Опорные устройства предназначены для вращения колес и восприятия тормозных сил автомобиля. Основным элементом опорных устройств является блок роликов. Роликовый узел включает мотор-редуктор 1 (рис. 4.1), ведущий 11 и поддерживающий 9 ролики, датчик силоизмерительной системы 5, рычаг 6. Ролики и мотор-редуктор установлены посредством специальных опор на заземленной раме 2. В левом блоке роликов размещены клеммная коробка 4 и пневматический распределитель 7. В целях безопасности исполнителей и защиты конструкции от загрязнений блоки роликов закрыты крышкой 12 и трапом 8.

Для обеспечения съезда автомобиля с роликов каждый блок оснащен подъемником. Управление ими осуществляется кнопкой «Подъемник», расположенной на пульте дистанционного управления. При нажатии на кнопку напряжение подается на электромагнит пневматического распределителя, который срабатывает и соединяет магистраль сжатого воздуха с пневмокамерами, в результате чего подъемные площадки поднимаются, обеспечивая удобный и безопасный въезд (выезд) автомобиля. При этом ролики притормаживаются специальными тормозными колодками. При нажатии на кнопку «Стоп» напряжение отключается, золотник распределителя с помощью пружины возвращается в исходное положение, вследствие чего разъединяется магистраль сжатого воздуха, полости высокого давления пневмокамер соединяются с атмосферой, а подъемники под собственным весом опускаются и растормаживают ролики.

Блок приборов состоит из каркаса, лицевой (рис. 4.2), задней панели и верхней крышки. На каркасе установлен разъем 9 выхода на внешние устройства (ВУ). К разъему 9 можно подключить регистрирующую аппаратуру с длиной передающего кабеля не более 2 м и с входным сопротивлением не менее 100 кОм.

Стойка приборная (рис. 4.3) состоит из силового шкафа 13, блока приборов 8 и пульта дистанционного управления 11. В силовом шкафу расположены шасси 1 и кассета 4, которые крепятся к каркасу шкафа винтами. На шасси установлены реле, трансформаторы,

предохранители, магнитный пускатель, блок зажимов 2 для подключения стойки приборной к сети, разъем 14 для подключения опорного устройства. В кассете расположены печатные платы и преобразователи ПА-1 (12). На правой боковой стойке установлены крючки для подвешивания пульта дистанционного управления и намотки его кабеля, болт заземления 15.

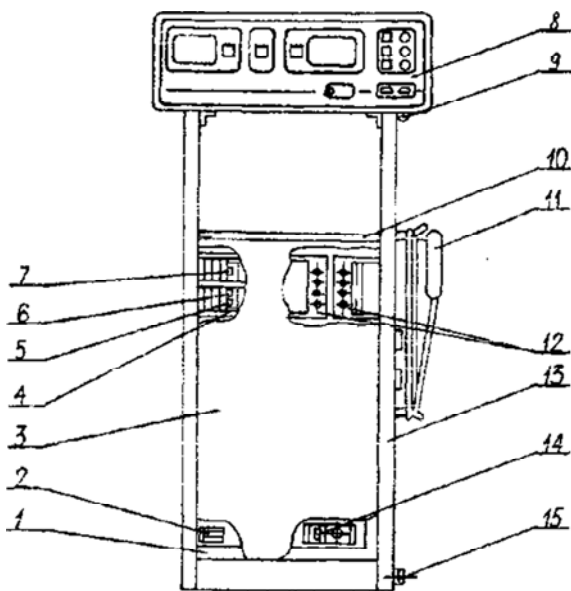


Рис. 4.3. Схема приборной стойки:

- 1 – шасси; 2 – блок зажимов; 3 – крышка; 4 – кассета; 5 – потенциометр R20;
 6 – потенциометр R16; 7 – потенциометр R15; 8 – блок приборов;
 9 – разъем выхода на ВУ; 10 – коврик; 11 – пульт дистанционного управления;
 12 – преобразователь ПА-1; 13 – силовой шкаф;
 14 – разъем подключения опорного устройства; 15 – болт заземления

Спереди и сзади силового шкафа закрывается крышками 3. Сверху крышек устанавливается съемный резиновый коврик 10. В основании силового шкафа имеются отверстия для установки приборной стойки на фундаментные болты.

Доступ к приборам осуществляется через съемную заднюю панель. Расположение органов управления, средств индикации и сигнализации на приборной стойке приведено на рис. 4.4.

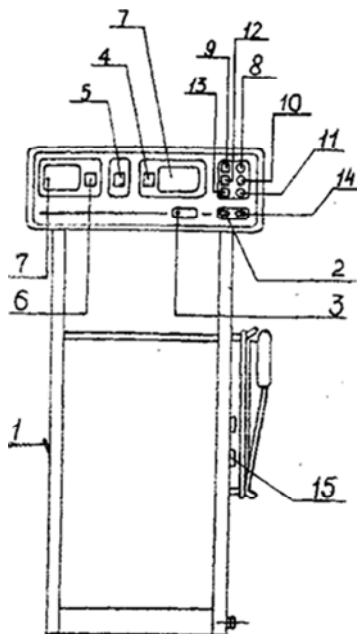


Рис. 4.4. Органы управления и индикации:

- 1 – автоматический выключатель «Сеть»; 2 – переключатель «Автомат»;
- 3 – лампа «Сеть»; 4 – правое табло «Неравномерность»; 5 – табло «Годен»;
- 6 – левое табло «Неравномерность»; 7 – цифровые приборы;
- 8 – ручка «Передняя ось»; 9 – табло режима измерения «Передняя ось»;
- 10 – ручка «Задняя ось»; 11 – ручка «Ручной тормоз»; 12 – табло режима измерения «Задняя ось»; 13 – табло режима измерения «Ручной тормоз»;
- 14 – кнопка «Норма»; 15 – переключатель реверса блоков

Структурно-функциональная блок-схема стенда К-486 приведена на рис. 4.5.

На компараторы опорные напряжения подаются с генератора 24, который выдает три опорных напряжения. Каждое опорное напряжение индицируется световым табло 25, 26 и 27 режимов измерения. Опорные напряжения для каждого режима диагностирования регулируются своим переменным резистором. Для контроля и установки опорных напряжений переключателем S1 вход прибора 15 замыкается на общий провод, а на вход платы 22 подается часть опорного напряжения, соответствующая показаниям тормозной силы на цифровом приборе.

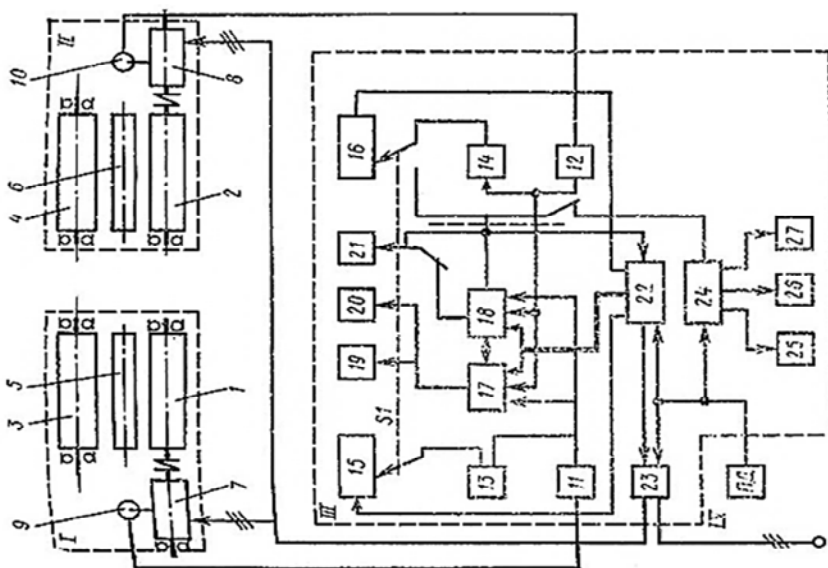


Рис. 4.5. Структурно-функциональная блок-схема стенда К-486:

I, II – роликовые узлы; III – стойка приборная;

IV – пульт дистанционного управления;

1, 2 – ролики ведущие; 3, 4 – ролики поддерживающие; 5, 6 – подъемники;

7, 8 – мотор-редукторы; 9, 10 – датчики усилий; 11, 12 – усилители;

13, 14 – фильтры; 15, 16 – цифровые индикаторы (приборы);

17 – компаратор неравномерности, 18 – компаратор суммы,

19, 20 – табло «Неравномерность»; 21 – табло «Годен»; 22 – плата управления;

23 – силовой щит; 24 – генератор опорных напряжений;

25, 26, 27 – световые табло режимов;

S1 – переключатель «Автомат»; S2 – переключатель «Норма»

При **неавтоматическом режиме** (рис. 4.5) ключ S2 размыкается и световое табло, генератор и плата управления отключаются. Приборы начинают работать непрерывно, а отключение мотор-редукторов осуществляется с пульта дистанционного управления. Привод подъемников для выезда автомобиля со стенда пневматический. При нажатии на кнопку «Подъемник» на пульте дистанционного управления срабатывает электромагнит пневмораспределителя, который соединяет пневмомагистраль с пневмокамерами, в результате чего осуществляется подъем, одновременно ролики стенда затормаживаются колодками.

При нажатии на кнопку «Стоп» при проверке тормозов колеса одной из осей автомобиля устанавливаются на ролики 1, 3 и 2, 4 блоков роликов I и II.

Ролики 1, 2 приводятся во вращение с заданной скоростью от балансирно-подвешенных мотор-редукторов 7 и 8.

При затормаживании колес возникают реактивные мощности, которые передаются на датчики (ДСТ 1778) 9 и 10 силоизмерительных систем. Датчики вырабатывают электрические сигналы, пропорциональные тормозной силе на каждой паре роликов.

Далее сигналы поступают на компаратор неравномерности 17 и компаратор силы 18, а через фильтры 13, 14 – на цифровые приборы 15, 16, которые показывают тормозные силы в кН на поверхности колес транспортного средства.

Автоматический выключатель обеспечивает включение и отключение стенда и защиту от короткого замыкания, а также перегрузок. Пускатель стенда управляется контактами специального реле, которое коммутирует цепь питания мотор-редукторов 7, 8.

Кроме того, силовая цепь стенда оснащена переключателями реверса, которыми можно отключать каждый мотор-редуктор или переключать его фазы.

Питание стенда осуществляется с помощью разделительного трансформатора Т1, посредством которого 220 В подается на трансформатор Т2 и приборы, 5 В на индикаторную лампу «Сеть» и 24 В на реле, которые включают и выключают делитель опорного напряжения и лампы режимов работы. Если сумма сигналов, поступающих с компараторов неравномерности 17 и суммы 18, больше опорного напряжения, высвечивается табло «Годен», а если же их разница также больше опорного напряжения, то высвечивается табло неравномерности левой 19 или правой стороны 20, в зависимости от знака разницы.

В *автоматическом режиме* (рис. 4.5) сигнал компаратора суммы включает плату управления 22, которая через 1,0–1,5 с вырабатывает сигналы остановки испытания, поступающие на цифровые приборы, силовой щит 23. Как результат цифровые приборы и световые табло компараторов зафиксируют свои показания, а мотор-редукторы отключаются.

При этом если в конце испытания срабатывает компаратор неравномерности, то компаратор суммы возвратится в исходное состояние и табло «Годен» погаснет. Опорные сигналы на компарато-

ры 17, 18 подаются с генератора 24, который выдает три ступени напряжения, включение каждой ступени опорного напряжения индицируется световым табло режимов измерения 25, 26, 27.

Для контроля и установки опорных напряжений необходимо перевести переключатель S2 в соответствующее положение, при этом вход прибора 15 замкнется на общий провод, а на вход прибора 22 будет подана часть опорного напряжения, соответствующая показаниям цифрового прибора тормозной силы.





Регулируется опорное напряжение на каждом режиме работы своим переменным резистором. Последовательный переход от одного режима измерения к другому осуществляется при включении силовой цепи мотор-редукторов с пульта дистанционного управления IV (ПД). При этом схема платы управления автоматически возвращается в исходное состояние.

При неавтоматическом режиме работы ключ S1 размыкается, световое табло, генератор опорных напряжений и плата управления отключаются. Приборы работают непрерывно, а включение и отключение мотор-редукторов производится от пульта дистанционного управления.

Наименование, назначение и символы органов управления стенда К-486 приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Наименование, назначение и символы органов управления и световых табло стойки приборной и пульта дистанционного управления стенда К-486

| Наименование | Назначение | Символ |
|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1. Выключатели «Сеть» | Выключение сети: автоматический выключатель в положении «Выключено» |  |
| | Включение сети: автоматический выключатель в положении «Включено» |  |
| 2. Переключатели реверса Блока 1 Переключатели реверса Блока II | Включение прямого или обратного направления сращения роликов Блока 1 и Блока II, отключение привода Блока 1 и Блока II |  |
| 3. Переключатели режима «Автомат» | Включение и отключение автоматизированного режима |  |

| 1 | 2 | 3 |
|------------------------------------|--|---|
| 4. Кнопка «Норма» | Включение и отключение приборов для измерения устанавливаемого (установленного) нормативного значения тормозной силы оси автомобиля |  |
| 5. Ручка «Передняя ось» | Ручка для установки нормативного значения тормозной силы передней оси автомобиля |  |
| 6. Ручка «Задняя ось» | Ручка для установки нормативного значения тормозной силы задней оси автомобиля |  |
| 7. Ручка «Ручной тормоз» | Ручка для установки нормативного значения тормозной силы стояночного тормоза |  |
| 8. Лампа «Сеть» | Световой индикатор включения сети |  |
| 9. Режим измерения «Передняя ось» | Световой индикатор белого цвета включения нормативного значения тормозной силы передней оси |  |
| 10. Режим измерения «Задняя ось» | Световой индикатор синего цвета включения нормативного значения тормозной силы задней оси |  |
| 11. Режим измерения «Передняя ось» | Световой индикатор зеленого цвета включения нормативного значения тормозной силы: стояночного тормоза |  |
| 12. Табло «Годен» | Световой индикатор нормативной тормозной силы, развиваемой проверяемым автомобилем |  |
| 13. Левое табло «Неравномерность» | Световые индикаторы превышения допустимого значения коэффициента осевой неравномерности для проверяемой оси: из-за меньшей тормозной силы на левой стороне |  |
| 14. Правое табло «Неравномерность» | из-за меньшей тормозной силы на правой стороне |  |
| 15. Кнопка «Пуск» | Включение приводов роликов и последовательное переключение режимов намерения |  |
| 16. Кнопка «Стоп» | Выключение приводов блоков роликов или пневморас-пределителя подъемников |  |
| 17. Кнопка «Подъемник» | Включение пневмораспределителя подъемников |  |

Устройство силоизмерительное – педометр (рис. 4.6) состоит из корпуса 1, крышки 6, мембраны 7, штока 5 и манометра 3, который служит указателем силы.

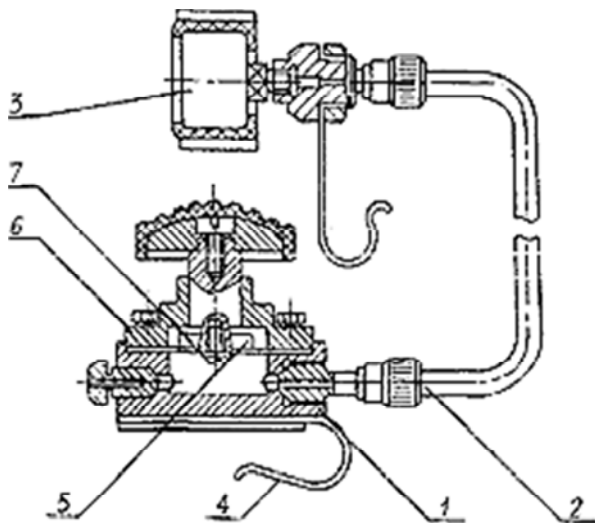


Рис. 4.6. Устройство силоизмерительное (педометр):
 1 – корпус; 2 – трубка; 3 – манометр; 4 – захват пружинный;
 5 – шток; 6 – крышка; 7 – мембрана

Внутренние полости корпуса и манометра между собой соединены трубкой 2 и заполнены тормозной жидкостью. Корпус 1 с помощью пружинного захвата 4 фиксируют на педали тормоза, а манометр подвешивают на рулевое колесо. При нажатии на педаль тормоза через устройство силоизмерительное в полости корпуса 1 пропорционально приложенной силе создается давление, контроль которого осуществляется по манометру 3.

Техническое обслуживание и подготовка тормозного стенда к поверке

Методика поверки тормозных стендов предполагает наличие технических средств и стандартных условий, таких как температура окружающей среды (20 ± 5 °С), относительная влажность воздуха (65 ± 15 %), стабильное питание электрической сети – 380^{+10}_{-15} % В, частота переменного тока 50 ± 1 Гц.

Перед началом работы по поверке стенда необходимо выполнить операции технического обслуживания тормозного стенда и проверить функционирование его основных элементов.

Операции технического обслуживания предполагают выполнение следующих работ по ежедневному обслуживанию (ЕО).

1. Перед началом работы необходимо:

- проверить исходное положение и четкость фиксации органов управления;

- проверить установку нуля (показания на регистрирующих приборах при включенном стенде без нагрузки на роликах не должны превышать 0,10 кН).

2. По окончании работы производится удаление грязи, следов масла и влаги со стенда.

Один раз в квартал выполняются все работы, связанные с ЕО, а также:

- проверяется уровень масла ТАП-15В в мотор-редукторах;

- производится смазка подшипников всех опор стенда консистентной смазкой;

- в обязательном порядке проверяются крепление опор роликов и заземляющие провода, проверяется надежность крепления узлов стенда, при необходимости подтягиваются крепежные элементы;

- зачищаются и подкрашиваются места повреждений покрасочных покрытий.

Проводится осмотр электрической схемы и производятся следующие работы:

- проверка надежности крепления элементов, состояние пак, контактных соединений, изоляционных деталей;

- удаление пыли.

Техническое обслуживание измерительных цифровых приборов производят в соответствии с требованиями паспорта на тормозной стенд.

Проверка и подготовка стенда К-486 к работе

После выполнения операций по техническому обслуживанию необходимо осуществить проверку реализации функций стенда в следующей последовательности:

- отключить напряжение питания стенда;

- снять крышки над мотор-редукторами блоков роликов, если они не были сняты ранее;

- установить устройство нажимное на один из блоков роликов, руководствуясь расчетной схемой (рис. 4.7);

- включить напряжение питания и стенд кнопкой «Сеть».

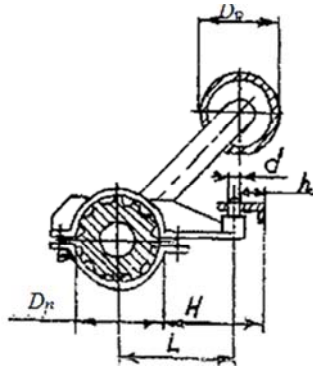


Рис. 4.7. Расчетно-измерительная схема стенда

для определения коэффициента пропорциональности:

D_p – действующий диаметр ведущего ролика; L – длина рычага;

D_n – диаметр проточки на электродвигателе мотор-редуктора;

d – действительный диаметр упора; h – действительное расстояние до упора;

H – действительное расстояние от уголка до проточки на электродвигателе

Время готовности после подключения напряжения питания кнопкой «Сеть» – не менее 30 мин. Блоки роликов при этом должны быть отключены переключателями реверса:

- включить автоматизированный режим и установите для каждого режима измерения нормативное значение ($3 \pm 0,05$) кН;
- подключить блоки роликов переключателями реверса;
- включить приводы роликов кнопкой «Пуск».

Ролики должны вращаться по часовой стрелке, если смотреть на опорное устройство со стороны стойки приборной.

В случае несоответствия направления вращения роликов:

- изменить вращение переключателями реверса;
- показания на цифровых приборах при работе стенда на холостом ходу не должны превышать 0,1 кН;
- приложением силы к рычагам привода следует убедиться в работоспособности УСТП по изменениям показаний приборов.

1. Рассчитать **коэффициент пропорциональности** для каждого блока роликов по формуле

$$K = \frac{2 \cdot L}{D_p}, \quad (4.1)$$

где D_p – действительный диаметр ведущего ролика, измеренный в месте наибольшего износа с точностью 0,1 мм;

L – длина рычага (мм), рассчитанная по формуле

$$L = \frac{D_p - d}{2} + H - h, \quad (4.2)$$

где D_p – диаметр проточки на электродвигателе мотор-редуктора, равный 211,75 мм;

d – действительный диаметр упора, мм;

h – действительное расстояние до упора, мм;

H – действительное расстояние от уголка до проточки на электродвигателе (рис. 4.7).

Коэффициент пропорциональности должен быть равным $25 \pm 0,025$.

2. Определить **коэффициент неравномерности**, при котором высвечивается световое табло, в следующей последовательности:

– включить автоматизированный режим;

– установить шток К 486.00.00.001 в нажимное устройство на каком-либо из роликов (рис. 4.7);

– приложить к датчику силу, равную значению, при котором высвечивается табло «Неравномерность».

– повторить то же самое для другого датчика блока роликов.

3. Определить **коэффициент осевой неравномерности**:

$$K_H = \frac{P_{T.\text{лев}} - P_{T.\text{прав.}}}{N_T}, \quad (4.3)$$

где $P_{T.\text{лев}}$ – показания левого прибора высвечивания левого табло;

$P_{T.\text{прав.}}$ – показания правого прибора высвечивания правого табло;

N_T – нормальное значение силы.

Коэффициент осевой неравномерности срабатывания табло «Неравномерность» K_H должен быть в пределах $0,09 \pm 0,13$.

4. Проверить точность индикации светового табло «Годен» в следующей последовательности:

– приложить к датчикам силу, равную моменту срабатывания табло «Годен», и суммировать показания приборов;

– срабатывание табло «Годен» должно быть в пределах $N_T \pm 0,1$ кН;

- определить *приведенную погрешность* измерений тормозной силы в следующей последовательности:
- установить динамометр на проверенный блок роликов (рис. 4.8);
- включить неавтоматизированный режим работы стенда;
- вращением рукоятки маховика по часовой стрелке приложить последовательно к датчику силу 400, 800, 1200, 1600, 2000 Н;
- записать показатели с цифрового прибора в каждой точке;
- значение приведенной погрешности определить по формуле

$$D = \frac{P_2 - K \cdot P_1}{5,00} \cdot 100 \%, \quad (4.4)$$

где D – приведенная погрешность;

P_1 – значение силы, прикладываемой к датчику, кН;

P_2 – показания цифрового прибора, кН;

K – коэффициент пропорциональности;

5,00 – верхний предел измерения тормозной силы.

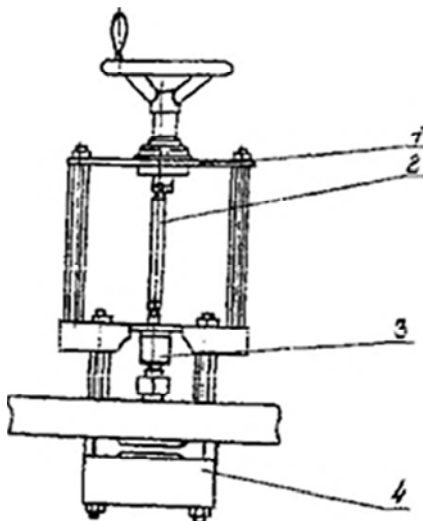


Рис. 4.8. Схема устройства для проверки табло «Неравномерность»:

1 – нажимное устройство К 486.00 00.800;

2 – шток К 486.00.00.01; 3 – рычаг привода;

4 – датчик силоизмерительной системы

Максимальная *приведенная погрешность* должна быть не более $\pm 4\%$.

Определение приведенной погрешности измерения силы, создаваемой на педали тормоза автомобиля, производится с помощью специального устройства, основным элементом которого является образцовый динамометр ДОСМ-3-1 (ГОСТ 8500-84) с пределами измерения от 0 до 1,0 Н и погрешностью не более 0,5 % от измеряемой величины.

Порядок проведения поверки следующий:

- установить силоизмерительное устройство в соответствии с рис. 4.9;
- вращением рукоятки маховика по часовой стрелке приложить последовательно к силоизмерительному устройству усилия 0,2; 0,4; 0,6 МПа по шкале манометра;
- считать и записать соответствующие значения силы на образцовом динамометре.

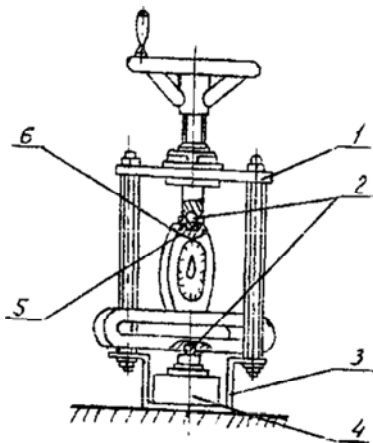


Рис. 4.9. Схема приспособления и монтажа силоизмерительного устройства:

- 1 – устройство нажимное; 2 – шариковая опора образцового динамометра;
- 3 – подставка К486.00.00.005; 4 – устройство силоизмерительное;
- 5 – шайба образцового динамометра; 6 – динамометр образцовый ДОСМ-3-0,1

Значение допускаемой приведенной погрешности рассчитать по формуле:

$$Д = \frac{P_1 - P_2}{0,6} \cdot 100 \%, \quad (4.5)$$

где D_1 – допускаемая приведенная погрешность;

P_1 – показания манометра, МПа;

P_2 – значение силы в Н, прикладываемой к датчику и измеренное динамометром, пропорционально приведенное к показаниям манометра, МПа;

0,6 – верхний предел измерения, МПа.

Максимально приведенная погрешность должна быть не более $\pm 5\%$.

4.6. Порядок выполнения работы

1. Изучить требования по охране труда.
2. Ознакомиться с оснащением рабочего места.
3. Изучить устройство и работу компонентов тормозного стенда.
4. Изучить назначение и символы органов управления приборной стойки и пульта дистанционного управления.
5. Подготовить тормозной стенд к поверке и выполнить проверку работы стенда.
6. Выполнить операции ежедневного технического обслуживания (ЕО).
7. Рассчитать коэффициент пропорциональности для каждого блока роликов (должен быть равным $25 \pm 0,025$).
8. Рассчитать коэффициент осевой неравномерности (K_n должен быть в пределах $0,09 \pm 0,13$).
9. Рассчитать значение допускаемой приведенной погрешности (должна быть не более $\pm 4\%$).
10. Отключить стенд и убрать рабочее место.
11. Оформить и защитить отчет.

4.7. Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Устройство, назначение, принцип действия и работу компонентов тормозного стенда с соответствующими схемами и рисунками.
3. Назначение и символы органов управления приборной стойки и пульта дистанционного управления.
4. Состав и порядок выполнения работ по подготовке тормозного стенда к поверке и проверке работы стенда.

5. Состав и порядок выполнения работ ежемесячного обслуживания (ЕО).

6. Результаты определения метрологических характеристик тормозного стенда.

7. Результаты расчета коэффициента пропорциональности для каждого блока роликов, коэффициента осевой неравномерности, допускаемой приведенной погрешности.

8. Заключение о техническом состоянии стенда с перечнем выявленных неисправностей и предложениями по их устранению.

9. Выводы.

Лабораторная работа № 5

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА, ХАРАКТЕРИСТИК И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТЯГОВОГО СТЕНДА К-485

5.1. Цель работы

Изучение конструкции, принципа действия, правил эксплуатации и технического обслуживания, а также поверки стенда.

5.2. Задание на выполнение работы

Изучить правила охраны труда при подготовке к работе и эксплуатации стенда. Изучить устройство, подготовку к работе и правила технического обслуживания тягового стенда К-485, принцип действия основных элементов, органы управления стенда.

Приобрести практические навыки по подготовке к работе и правилам технического обслуживания тормозного стенда К-485.

Освоить методику и осуществить функциональную, а также метрологическую поверку стенда.

Снять характеристики и определить погрешность стенда.

Оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

5.3. Оснащение рабочего места

1. Стенд тяговый К-485.
2. Нажимное устройство.
3. Образцовый динамометр ДОСМ-3-2.
4. Генератор импульсов Г5-60.

При проверке допускается использование иного оборудования и средств, имеющего аналогичные параметры и прошедшего метрологическую аттестацию.

5.4. Охрана труда

К работе на стенде К-485 допускаются студенты старше 18 лет в присутствии преподавателя и под руководством ответственного за оборудование инженера кафедры, изучившие в установленном по-

рядке техническую документацию и настоящие методические указания, прошедшие инструктаж и проверку знаний по вопросам охраны труда при работе на стенде с записью в журнале инструктажа.

Безопасность эксплуатации стенда в лаборатории обеспечивается:

– соблюдением норм и правил, регламентированных в ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

– применением в конструкции средств защиты (кожухи для вращающихся частей и ограждение опасной зоны);

– использованием соответствующих изолирующих материалов;

– выбором безопасных принципов действия и элементов, включением требований безопасности в техническую документацию;

– проведением технического обслуживания и ремонта, испытаний, осмотров, технических освидетельствований оборудования в порядке и сроки, установленные эксплуатационными документами организаций-изготовителей, техническими нормативными правовыми актами для оборудования конкретных групп, видов, моделей (марок);

– выводом из эксплуатации оборудования, не соответствующего требованиям безопасности.

Все работы по обслуживанию, ремонту, проверке и осмотру осуществляются только при отключении стенда от электрической сети питания.

При этом на выключатель должна быть помещена табличка «Не включать! Работают люди!»

Перед выполнением практической части лабораторной работы необходимо:

– убедиться в том, что опорное устройство, приборная стойка, вентилятор надежно заземлены, а опорные ролики легко вращаются в опорах;

– установить упоры на передние колеса автомобиля для предотвращения произвольного съезда его со стенда.

Запрещается:

– выполнять лабораторную работу на неисправном стенде;

– находиться впереди автомобиля, возле автомобиля, в зоне опорных роликов и осмотровой канавы при работе стенда;

Обучаемый, исполняющий роль оператора, должен стоять у приборной стойки на резиновом коврике, быть предельно внимательным и готовым к остановке и отключению стенда от электрической сети.

5.5. Общие сведения

Стенды тормозные предназначены для проверки тормозных систем транспортных средств, контроля эффективности торможения и устойчивости транспортных средств при торможении в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51709 «Автотранспортные средства. Требования к техническому состоянию и методы проверки». Тяговое усилие, развиваемое автомобилем в дорожных условиях, определяется с помощью специальных динамометрических устройств и тележек, оснащенных механическими, гидравлическими, электродинамическими и другими тормозными нагружателями.

Для измерения тягового усилия, развиваемого автомобилем в дорожных условиях, применяют механические, гидравлические и другие динамометры, устанавливаемые между прицепным устройством автомобиля и нагружателем. Любой способ диагностирования в дорожных условиях при нормальных, стандартных условиях обладает высокой степенью точности и достоверности полученной информации. Однако этот способ редко применяется из-за сложности содержания дорожно-го покрытия, особенно в зимних условиях, и других факторов.

При диагностировании автомобилей в стационарных условиях используется физический принцип обратимости, заключающийся в том, что испытываемый автомобиль устанавливается неподвижно, «дорога» движется. В качестве «дороги» используются резиновые, металлические ленты, ролики (барабаны) большого диаметра, которые соединяются с тормозными устройствами.

Величину тягового усилия на ведущих колесах автомобиля определяют в основном тремя методами:

- по величине тормозного или крутящего момента на валах барабанов;
- по величине силы, удерживающей автомобиль на стенде;
- по величине крутящего момента на колесах автомобиля.

Последний метод в условиях автотранспортных предприятий применяется очень редко.

Наибольшее распространение получили стенды, имеющие один, два и более роликов.

Однороликовые стенды проще в изготовлении, но в сравнении с многороликовыми стендами имеют существенные недостатки: при малом диаметре роликов не обеспечивается точное измерение тяго-

вой силы, а также не достигается устойчивое положение автомобиля на стенде.

В некоторой степени устранить эти недостатки позволяют стенды с числом роликов два и более. Ролики изготавливают в виде отдельных блоков, которые входят в состав опорно-воспринимающих устройств. Кроме блока роликов в опорно-воспринимающие устройства обычно монтируют средства для обеспечения съезда и выезда автомобиля, а также различные тормозные и другие устройства.

В настоящее время находят применение гидравлические, механические, электромагнитные, электростатические, электродинамические, с использованием магнитотвердеющих жидкостей и др. тормозные устройства.

Наиболее стабильное тормозное воздействие создают электро-механические и основанные на использовании магнитотвердеющих жидкостей тормозные устройства. Тормозные устройства на магнитотвердеющих жидкостях имеют малые габариты, получают практически любой режим нагружения и очень надежны в эксплуатации.

Стенд модели К-485 предназначен для определения тягово-экономических характеристик автомобиля и трансмиссии легковых автомобилей, микроавтобусов и грузовых автомобилей, имеющих массу в снаряженном состоянии до 4000 кг, с колес ведущими колес от 700 до 1650 мм.

По устойчивости к механическим воздействиям исполнение стенда обыкновенное по ГОСТ Р 52931.

Стенд соответствует всем требованиям, обеспечивающим безопасность потребителя согласно ГОСТ 26104, ГОСТ 12.2.007.0. Управление работой стенда осуществляется с клавиатуры персонального компьютера. Команды оператору транспортного средства отображаются на экране монитора и дублируются на светофоре или удаленном дисплее, поставляемых по дополнительному заказу. Отключение привода роликов происходит при достижении установленного значения коэффициента проскальзывания между колесами проверяемого автомобиля и приводными роликами.

Стенд обеспечивает вывод результатов измерений и служебной информации на печатающее устройство.

Стенд обеспечивает возможность самостоятельного выезда автомобиля после проверки.

Основными составляющими тяговых стендов являются (рис. 5.1) опорное устройство (основное и для некоторых конструкций также

дополнительное), стационарный пульт управления и индикации, вентилятор обдува радиатора, устройство для отвода отработавших газов, пульт дистанционного управления стендом.

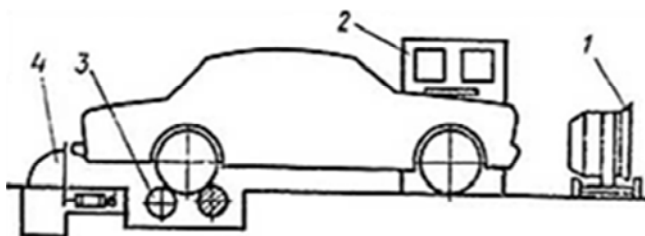


Рис. 5.1. Схема размещения компонентов тягового стенда:
 1 – вентилятор; 2 – пульт управления и индикации; 3 – барабаны опорного устройства; 4 – устройство отвода отработавших газов

Кроме того, в состав стенда входят страховочные устройства, устройство для поверки стенда К-485БМ (рис. 5.2).

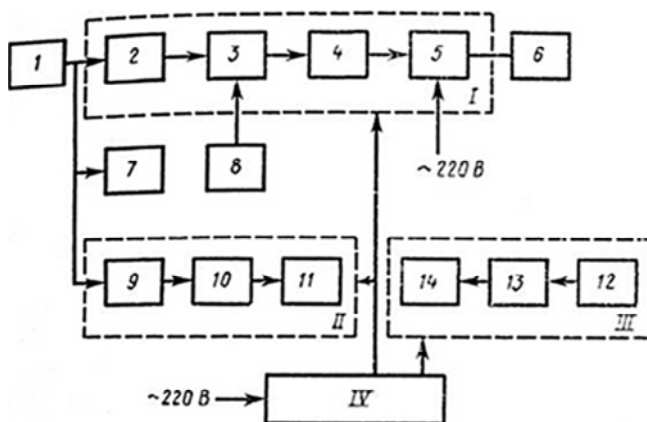


Рис. 5.2. Функциональная блок-схема электрической части стенда К-485БМ:
 I – устройство автоматического регулирования скорости;
 II – схем измерения времени; III – силоизмерительная система; IV – блок питания;
 1 – тахогенератор; 2 – анализатор; 3 – сумматор; 4 – регулятор;
 5 – управляемый выпрямитель; 6 – тормоз; 7 – указатель скорости;
 8 – датчик скорости; 9 – контактный прибор; 10 – блок преобразования;
 11 – электронный секундомер; 12 – датчик силы;
 13 – усилитель-преобразователь; 14 – стрелочный измерительный прибор

Также, в схеме стенда имеются элементы защиты, управления и сигнализации.

При вращении роликов стенда тахогенератор *1* вырабатывает напряжение, пропорциональное скорости. Сигнал с тахогенератора поступает на устройство I автоматического регулирования скорости, схему II измерения времени и на указатель скорости *7*.

В устройстве автоматического регулирования скорости сигнал с тахогенератора формируется анализатором *2* и поступает на сумматор *3*, на второй вход которого подается сигнал с датчика скорости *8*.

На датчике устанавливается скорость, при которой измеряется тяговая сила на колесах автомобиля. Когда значения скорости на выходах анализатора и датчика скорости уравниваются, сумматор *3* вырабатывают сигнал управления, подаваемый на вход регулятора *4*, который через управляемый выпрямитель *5* воздействует на тормоз.

Схема II измерения времени состоит из последовательно соединенных контактного прибора *9*, блока преобразования *10* и электронного секундомера *11*. Контактный прибор представляет собой стрелочный микроамперметр с двумя подвижными указателями, каждый из которых может устанавливаться на любое деление шкалы прибора. Эти указатели используют при запуске и остановке секундомера для измерения времени разгона и выбега автомобиля.

Силоизмерительная система III состоит из датчика силы тензорезисторного типа, усилителя-преобразователя стрелочного измерительного прибора. Датчик силы *12* измеряет тяговую силу на колесах автомобиля, которая пропорциональна реактивному моменту на статоре тормоза.

Тяговый стенд К-485 представляет собой стационарный роликовый силовой стенд с автоматическим регулированием нагрузки ведущих колес автомобилей, электрическим индукторным тормозом при заданной постоянной скорости движения.

Измерение тяговой силы ведущих колес и скорости осуществляется стрелочными измерительными приборами.

Измерение пути разгона автомобиля и пути выбега осуществляется автоматически включаемым цифровым прибором.

Основные технические данные стенда К-485 БМ приведены в табл. 5.1.

**Основные технические характеристики
тягового стенда К-485 БМ**

| № п/п | Наименование характеристики | Значение |
|-------|---|----------------|
| 1. | Диапазон измерений: | |
| | – тяговой силы, Н (кН) | 0–2500 (0–2,5) |
| | – скорости автомобиля, км/ч | 0–160 |
| | – пути разгона и выбега, м | 0–999 |
| 2. | Среднее время проверки одного автомобиля, мин | 5 |
| 3. | Потребляемая мощность, кВт | 3 |
| 4. | Расход сжатого воздуха, м ³ /с | 1 |
| 5. | Масса, кг | 1330 |

Устройство, принцип работы и органы управления тягового стенда К-485 БМ

Стенд состоит из опорного устройства 5, приборной стойки 23, вентилятора, упоров, присоединительной арматуры и пневматического блока 21, а также платформы (рис. 5.3).

Опорное устройство содержит 4 ролика, соединенных между собой и тормозной механизм 7 (рис. 5.3, 5.4).

Стойка приборная состоит из блока приборов, шкафа и пульта дистанционного управления (ПДУ).

В шкафу за передней стойкой расположены блок управления, преобразователь ПА-1, блок питания с панелями разъемов Х2; Х5 для подключения вентилятора и опорного устройства, а также панель зажимов подключения стенда к электрической сети питания.

За задней стенкой стойки располагается кабель, подсоединяемый к силоизмерительному датчику, установленному под рычагами тормоза опорного устройства.

На левой боковой стенке приборной стойки расположен выключатель сети, а на правой стенке закреплены болт подсоединения заземляющего провода и крючок для подвешивания ПДУ. На блоке приборов размещены измерительные приборы и частично органы управления.

Органы управления стенда обозначены символами, функциональное назначение которых приведено в табл. 5.2.

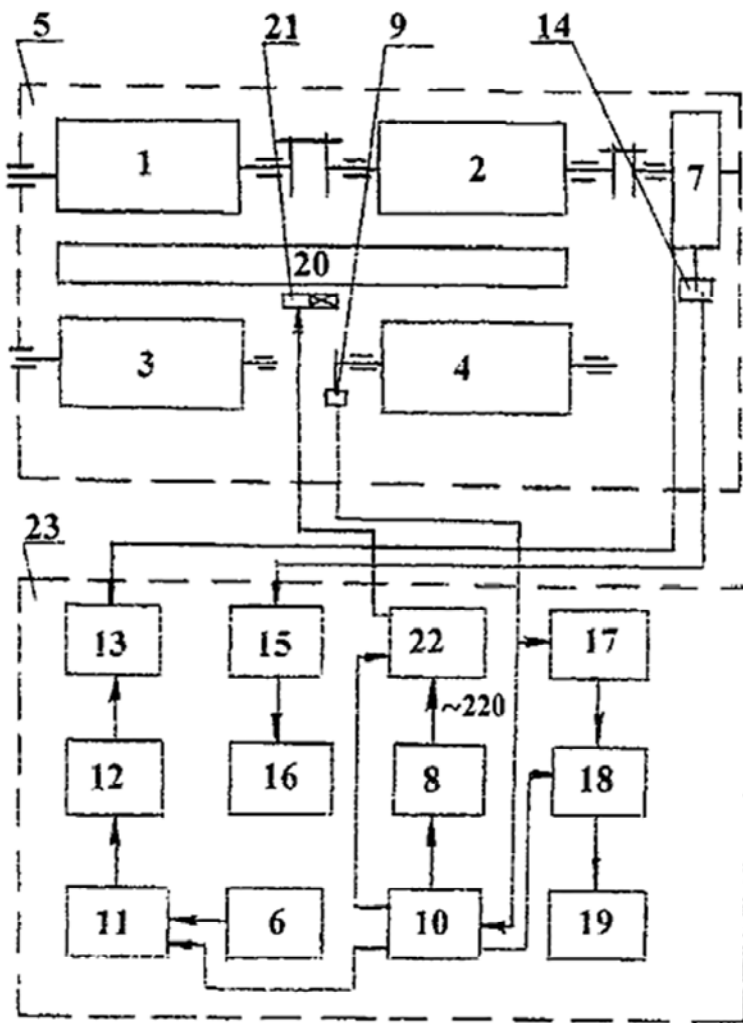


Рис. 5.3. Структурная схема тягового стенда К 485 БМ:

- 1, 2, 3, 4 – ролики; 5 – опорное устройство; 6 – задатчик скорости; 7 – тормоз;
 8 – измеритель скорости; 9 – датчик скорости; 10 – анализатор; 11 – сумматор;
 12 – регулятор; 13 – выпрямитель; 14 – силоизмерительный датчик;
 15 – усилитель; 16 – измеритель тяговой силы; 17 – подъемное устройство;
 18 – блок управления; 19 – измеритель пути; 20 – подъемное устройство;
 21 – воздухораспределитель; 22 – реле; 23 – приборная стойка

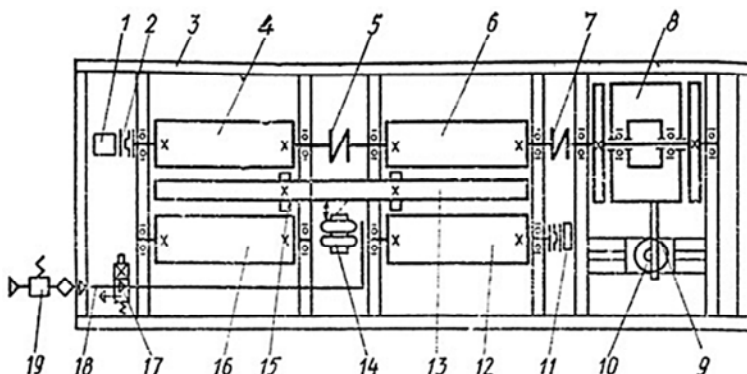
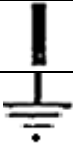
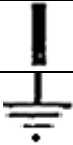


Рис. 5.4. Пневно-кинематическая схема стенда К-485БМ:
 1 – тахогенератор; 2, 5, 7 – муфты; 3 – рама; 4, 6, 12, 16 – ролики;
 8 – индукторный тормоз; 9 – кронштейн; 10 – датчик усилия;
 11 – реле скорости; 13 – площадка подъема автомобиля;
 14 – пневмоподъемник; 15 – тормозная колодка; 17 – золотник;
 18 – трубопровод; 19 – узел подготовки воздуха

Таблица 5.2

Обозначение и функциональное назначение органов управления тягового стенда К-485 БМ

| Наименование органа управления | Графическое обозначение символов |
|---|----------------------------------|
| 1 | 2 |
| Включатель «Сеть» | |
| Включение сети в положение «Включено» | |
| Выключатель сети в положении «Выключено» | |
| Выключатель вентилятора | |
| Выключатель «Подъемник» | |
| Ручка установки скорости | Km/h |
| Гумблер переключения пути разгона и тяговой силы: | |
| В положении «Разгон», выбег | S |
| В положении измерения силы | N |

| 1 | 2 |
|--|---|
| Предохранители | F |
| Разъем подключения вентилятора | X5 |
| Разъем подключения опорного устройства | X2 |
| Разъем подключения измерительных приборов | X3 |
| Переменные резисторы для регулировки измерения силы | «Уст. 0» |
| Потенциометр имитации скорости | R6 |
| Тумблер включения потенциометра R6 в измерительную цепь стенда | S6 |
| Тумблер включения потенциометра R6 в положение «Выключено» |  |
| Точка подключения заземления |  |

Вентилятор предназначен для поддержания нормального теплового режима двигателя проверяемого автомобиля. Он состоит из основания, стоек, на которых шарнирно закреплен осевой вентилятор с приводящим его двигателем.

Платформа предназначена для перемещения вентилятора и состоит из площадки с колесами и тормозов, которые удерживают вентилятор от самопроизвольного перемещения.

Блок подготовки воздуха служит для очистки воздуха от влаги, масла и других примесей, а также понижения давления воздуха, подаваемого в пневмоподъемник 14 (рис. 5.4), до 6 кг/см^2 (0,6 МПа).

Кроме того, стенд комплектуется шлангом для отвода выхлопных газов и упорами под передние колеса автомобиля с целью повышения безопасности.

Стенд работает следующим образом. Проверяемый автомобиль ведущими колесами устанавливается на ролики 1, 2, 3, 4 опорного устройства 5 (рис. 5.3).

Задатчиком скорости 6 устанавливается заданное для проверяемого типа автомобиля значение скорости, при которой должна включаться нагрузка тормоза на ведущие колеса.

Автомобиль с работающим двигателем и включенной передачей приводит ролики опорного устройства во вращение.

Ролики 1 и 2 соединены между собой муфтой и вращаются синхронно присоединенному к валу ролику 2 ротором тормоза 7, в полюсных катушках статора которого отсутствует электрический ток.

Нагрузка на колеса отсутствует. Педалью скорости автомобиля скорость плавно увеличивается и контролируется по измерителю скорости 8, сигнал на который от датчика скорости 9 поступает через анализатор 10. В анализаторе сигнал от датчика 9 формируется и усиливается.

С анализатора 10 сигнал также поступает на второй вход сумматора 11.

Одновременно на первый вход сумматора подается опорный сигнал с датчика скорости 6, противоположный по знаку сигнала от анализатора.

Если скорость автомобиля *меньше заданной на датчике*, то на выходе сумматора 11 управляющий сигнал отсутствует.

При разгоне автомобиля до скорости, несколько *большой*, чем задана на *датчике скорости*, на выходе сумматора появится положительный сигнал, значение которого пропорционально разности скоростей.

Этот сигнал поступает на вход регулятора 12, который формирует импульсы, управляющие тиристорным выпрямителем 13. С выхода тиристорного выпрямителя 13 через регулятор 12 в полюсные катушки статора тормоза 7 поступает постоянный ток, который создает магнитное поле, тормозящее ротор тормоза 7.

Так как ротор тормоза установлен в опорах балансирно, то противодействующий момент тормоза и ведущих колес автомобиля заставит поворачиваться корпус статора тормоза вокруг оси.

Через рычаг на корпусе статора этот момент передается на тензорезисторный силоизмерительный датчик 14.

Сигнал с датчика подается на усилитель 15 и далее на измеритель тяговой силы 16.

Для создания и измерения наибольшей тяговой силы колес автомобиля следует полностью выжать педаль скорости.

С увеличением разности сигналов, поступающих на вход сумматора 11 с датчика скорости 6 и анализатора 10, увеличивается сдвиг фаз тиристорного выпрямителя 13.

В полюсных катушках статора тормоза увеличивается ток, что вызывает увеличение противодействующего момента тормоза тяго-

вой силы колес автомобиля, при этом скорость будет соответствовать заданной задатчиком скорости и оставаться постоянной.

Путь разгона и выбега определяется следующим образом. При разгоне автомобиля с анализатора 10 сигнал скорости поступает на пороговое устройство 17. При достижении скорости 30 км/ч через блок управления 18 выдается сигнал на запуск измерителя пути 19, который начинает счет импульсов, поступающих через каждый метр пути с анализатора 10. При достижении скорости 90 км/ч с того же анализатора 10 выдается сигнал на прекращение счета импульсов.

Показание измерителя пути 19 соответствует пути разгона в метрах. При определении пути выбега измеритель пути аналогично включается при скорости 90 км/ч и выключается при скорости 30 км/ч.

Показания измерителя пути также соответствуют пути выбега в метрах.

Въезд и выезд автомобиля со стенда обеспечивает пневматическое подъемное устройство 20, срабатывание которого блокируется при скорости вращения роликов 5 км/ч и более за счет разрыва цепи питания воздухораспределителя 21 контактами реле 22 по сигналу, поступающему из анализатора 10.

Техническое обслуживание стенда. При проведении работ по техническому обслуживанию (ТО) необходимо руководствоваться всеми указаниями соответствующих пунктов раздела по технике безопасности.

При проверке надежности крепления элементов стенда пользоваться стандартным инструментом соответствующего размера.

Ежедневно перед началом работы необходимо проверить:

- надежность крепления роликов опорного устройства;
- четкость фиксации органов управления;
- легкость вращения роликов.

По окончании рабочей смены произвести уборку, удалить грязь, масло и влагу со стенда. Поврежденные места лакокрасочных покрытий зачистить и подкрасить.

Техническое обслуживание, проводимое один раз в три месяца (ТО-1), включает следующие ремонтно-технические воздействия:

1. Проверку надежности крепления элементов стенда.
2. Осмотр монтажа электрической схемы и проведение следующих работ:
 - промывка контактов пускателя техническим гидролизным этиловым спиртом марки А;

- проверка надежности паек контактных соединений;
- проверка состояние изоляции проводов;
- визуальный осмотр деталей.

При выполнении работ по ТО один раз в шесть месяцев необходимо произвести все работы по ЕО и ТО-1 и дополнительно смазку трущихся деталей и поверхностей, руководствуясь картой смазки (табл. 5.3).

Таблица 5.3

Карта периодичности и расположения точек и смазки стенда

| Наименование смазываемых частей механизмов | Марка смазочного материала и номер стандарта | Количество мест смазки | Способ нанесения смазочного материала | Периодичность проверки и замена смазки |
|---|--|------------------------|---------------------------------------|--|
| 1. Ролик: полости подшипниковых опор | Смазка ЦИАТИМ 201 ГОСТ 6267-74 | 8 | Шприцем, вручную | Один раз в 6 месяцев |
| 2. Индукторный тормоз: полости подшипниковых опор | То же | 2 | Шприцем | Один раз в 6 месяцев |
| 3. Вентилятор: полости подшипников электродвигателя | То же | 2 | Вручную | Один раз в год |

Проверка стенда. Интервал между проверками зависит от интенсивности и условий эксплуатации стенда. Однако проверка должна проводиться не реже одного раза года. Кроме этого, проверка стенда производится после ремонта и настройки.

При проведении проверки необходимо выполнить внешний осмотр, опробование стенда, определить погрешности измерения тяговой силы, скорости и пути.

Внешним осмотром устанавливается соответствие стенда следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений, влияющих на точность показания измерителей;
- наличие и прочность крепления органов управления и коммуникаций;

- отсутствие посторонних предметов, отсоединившихся или слабо закрепленных элементов электрической схемы;
- плавность вращения ручек и четкое переключение тумблеров;
- наличие предохранителей, чистота гнезд и разъемов;
- отсутствие повреждений лакокрасочных покрытий на приборной панели и четкость маркировки.

До включения стенда нужно убедиться в том, что стрелки приборов стоят на нулевой отметке, затем осуществить *проверку* стенда.

Для этого включить тумблер «Сеть», при этом должна загореться индикаторная лампа измерителя пути.

Включить подъемник, после чего загорается его сигнальная лампа и срабатывает подъемное устройство.

Установить автомобиль на опорные ролики ведущими колесами, подсоединить к выхлопной трубе вытяжную вентиляцию, поставить упоры под передние колеса.

Выключить подъемник, при этом должна опуститься его площадка и погаснуть сигнальная лампа.

Установить вентилятор перед радиатором автомобиля.

Далее следует закрыть жалюзи радиатора, запустить двигатель и проверить давление масла на холостом ходу (по указателю на приборной панели автомобиля), разогнать автомобиль до скорости 40–50 км/ч и, поддерживая данный режим, разогреть двигатель до температуры 80–90 °С.

Определить тяговую силу на ведущих колесах автомобиля; для этого оператор устанавливает ручку скорости на отметку 70 для автомобилей среднего класса, 85 – для автомобилей малолитражных, а тумблер переключения пути разгона и тяговой силы – в положение «N».

Последовательным переключением передач осуществить разгон автомобиля и после выхода на высшую передачу плавным нажатием довести педаль дроссельной заслонки до упора.

Записать показатели тяговой силы в рабочую тетрадь.

Снизить скорость автомобиля до 25 км/ч, установить тумблер переключения пути разгона и тяговой силы в положение «S». Произвести разгон автомобиля до тех пор, пока не закончится процесс измерения пути. Записать показания измерителя пути.

Не снижая скорости, сбросить показания измерителя пути переключением тумблера в положение «N» и снова установить тумблер в положение «S», после чего пустить автомобиль в накат.

При падении скорости до 30–25 км/ч, измеритель пути остановится.

Записать показания измерителя пути.

После полной остановки автомобиля нужно включить подъемник и произвести съезд автомобиля. Съезд и заезд автомобиля осуществляет инженерный персонал лаборатории.

Регулирование и настройка. Регулирование и настройка стенда осуществляются, если параметры стенда не укладываются в установленные диапазоны.

На стенде производится регулирование и настройка следующих элементов: измерения тяговой силы; порогов срабатывания измерителя пути; измерителя пути и скорости.

1) *Настройка и регулировка измерителя тяговой силы.* По истечении 30 минут после выключения стенда необходимо проверить показания измерителя тяговой силы. Если его стрелка не установилась на «нуль», то вращением движка резистора «Уст. 0» преобразователя ПА-1 установить стрелку на «0». Ручка движка резистора выведена на переднюю панель преобразователя.

2) *Регулировка порогов срабатывания измерителя пути.* Провести пробный разгон автомобиля в интервале скоростей 25–95 км/ч.

Одновременно наблюдать за работой измерителя пути. При правильной настройке измеритель пути должен включиться при скорости 30 км/ч и выключиться при 90 км/ч.

Если включение и выключение измерителя пути происходит при других скоростях, резистором R56 регулируется максимальный (90 км/ч), а резистором R57 минимальный (30 км/ч) моменты срабатывания измерителя пути.

Резисторы R56 и R57 расположены на плате измерителя пути. Доступ к ним открывается после снятия задней крышки блока приборов.

При необходимости пороги срабатывания измерителя пути могут быть установлены иными в пределах от 20 до 130 км/ч. После перестройки необходимо провести проверку измерителя с помощью генератора импульсов Г5-60.

3) *Регулировка измерителя скорости.* Подключить к разъему стенда ХЗ генератор импульсов Г5-60 (рис. 5.4).

Включить стенд. Включить генератор и подготовить его к работе согласно эксплуатационной документации на него.

Установить выходное напряжение 3 В.

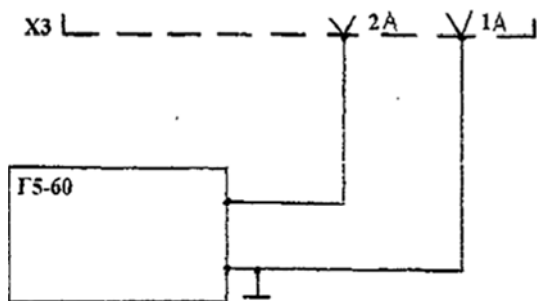


Рис. 5.4. Схема подключения генератора импульсов

Установить период 489,1 мкс, а длительность генерируемых импульсов 240 мкс. Через 10 минут после включения стенда и генератора вращением движка резистора R14 платы П1 установить стрелку указателя скорости на отметку 80 км/ч. Выключить генератор и стенд.

Отсоединить генератор от стенда.

Определение основной приведенной погрешности измерителя тяговой силы производится при помощи *нажимного устройства* и *образцового динамометра*.

Установить *нажимное устройство* и *образцовый динамометр* на стенд согласно схеме рис. 5.5, 5.6.

Включить стенд и спустя 30 минут вращением рукоятки нажимного устройства по часовой стрелке довести силу на динамометре до отметок 200, 400, 600, 800, 1000 Н, снимая при этом показания измерителя силы в каждой точке.

Снять нагрузочное приспособление.

Основная приведенная погрешность измерений вычисляется по формуле

$$\Delta = \frac{P_2 - 2,5 \cdot P_1}{2500}, \quad (5.1)$$

где P_1 – сила, приложенная на датчике, Н;

P_2 – показания измерителя силы, Н;

2500 – верхний предел измерений, Н.

Определение основной приведенной погрешности измерителя скорости производится с помощью генератора импульсов Г5-60.

Присоединить генератор к стенду в соответствии со схемой (рис. 5.4).

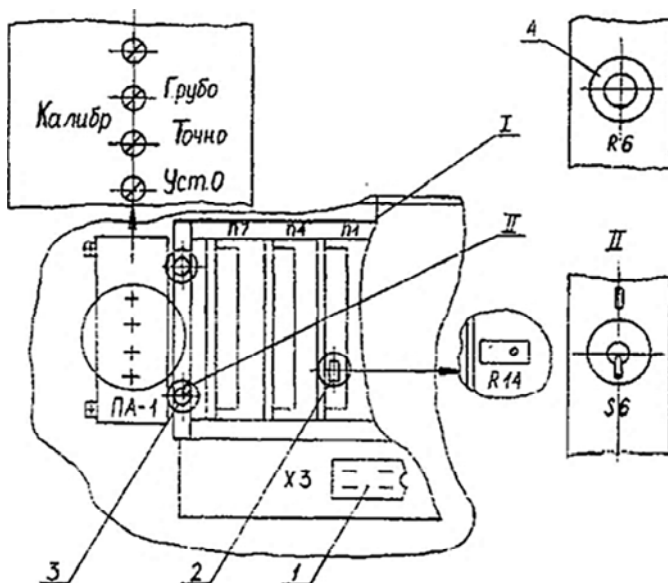


Рис. 5.5. Органы настройки и регулировки измерителей скорости и тяговой силы при проверке:

- 1 – разъем X5 для подключения цифрового вольтметра и других контрольных измерительных приборов; 2 – резистор R14 настройки измерителя скорости; 3 – тумблер S6 включения потенциометра R6 в измерительную цепь стенда; 4 – потенциометр R6 имитации скорости движения автомобиля на роликах опорного устройства стенда

Включить генератор и подготовить его к работе.

Спустя 10 мин от момента включения генератора приступить к измерениям в следующей последовательности:

- установить величину выходного напряжения генератора 3 В;
- для каждой числовой отметки шкалы измерителя скорости установить период следования импульсов генератора согласно данным табл. 5.4;
- одновременно с установкой периода на генераторе необходимо установить длительность импульса, значение которого будет в 2 раза меньше периода;
- изменять величину установленного периода таким образом, чтобы стрелка указателя скорости установилась на числовую отметку шкалы;
- снять показания периода импульсов и сравнить полученную величину с данными табл. 5.4.

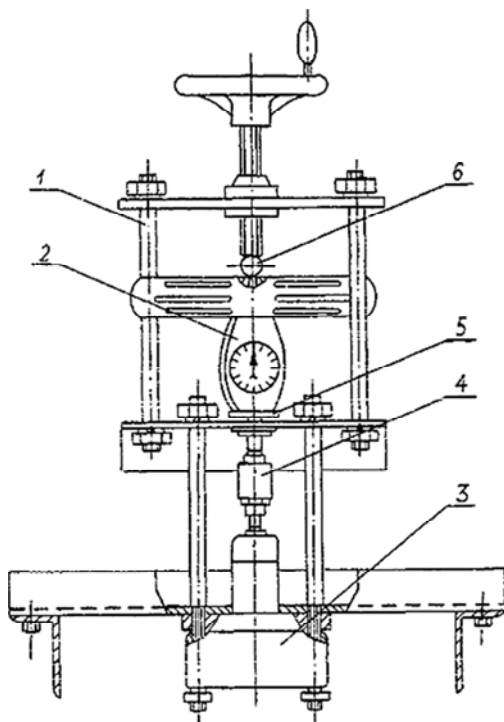


Рис. 5.6. Установка нажимного устройства и образцового динамометра:
 1 – нажимное устройство; 2 – образцовый динамометр ДОС 02; 3 – датчик
 стенда; 4 – рычаг тормоза; 5 – опорная шайба динамометра; 6 – шарик

Таблица 5.4

Значение контролируемых параметров

| Числовые отметки шкалы, км/ч | Частота, Гц | Период, мс | Допустимые отклонения скорости, км/ч | Допустимые отклонения периодов, мкс |
|------------------------------------|----------------|---------------|--|---|
| 40 | 1022 | 978,2 | 35,2–44,8 | 1111,6–873,4 |
| 80 | 2045 | 489,1 | 75,2–84,8 | 520,3–461,4 |
| 120 | 3067 | 326,1 | 115,2–124,8 | 339,7–313,5 |
| 160 | 4080 | 244,5 | 155,2–164,8 | 252,1–237,4 |
| 30 | 767 | 1304,3 | 29–31 | 1330,9–1278,7 |
| 90 | 2300 | 434,8 | 89–91 | 437,7–431,9 |

Проверка погрешности срабатывания измерителя пути выбега определяется также с помощью генератора Г5-60 в следующей последовательности:

- установить тумблер в ПДУ в положение S;
- установить период на генераторе примерно 420 мкс таким образом, чтобы стрелка измерителя скорости установилась примерно на 93 км/ч. Длительность импульса установите 100 мкс, плавно увеличивая период до тех пор, пока счетчик пути начнет отсчет импульсов. Записать величину периода, при котором запускается счетчик пути;
- установите период примерно 1200 мкс, длительность импульса 600 мкс;
- плавно увеличивать период до тех пор, пока счетчик пути не прекратит счет импульсов;
- снять и записать величину периода, при котором останавливается счетчик пути.

Если величины периодов, при которых запускается и останавливается счетчик пути, лежат в допустимых пределах согласно табл. 5.4, то результаты считаются положительными.

Погрешность счета импульсов счетчика пути не проверяется и принимается равной ± 1 м.

Величины предельных отклонений приведенных погрешностей стенда при измерении тяговой силы, скорости, пути выбега должны находиться в пределах ± 3 %.

Таблица 5.5

Возможные неисправности стенда и методы их устранения

| Признак неисправности | Вероятная причина | Методы устранения | Примечание |
|--|------------------------------|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| При включении выключателя «Сеть» не горят циф-ры измерителя пути | Неисправен предохранитель F1 | Установить исправный предохранитель на 5 А | Все работы по замене неисправных элементов и поисков неисправностей проводятся при отключенном стенде |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---|---|--|
| При включении кнопки «Въезд»: 1. Лампа сигнальная горит, подъемник не срабатывает. 2. Сигнальная лампа не горит, подъемник срабатывает | Неисправен предохранитель F1 1. Неисправна лампа H1. 2. Плохой контакт лампы в патроне | Установить исправный предохранитель на 5 А 1. Заменить лампу. 2. Устранить плохой контакт | |
| При нажатии кнопки «Вентилятор» не включается вентилятор | Нет контакта в соединении X4, X5 | Проверить соединение разъемов X4, X5 | |
| Пускатель К1 срабатывает. При обкатке пошел дым из тормоза с характерным запахом горелого машинного масла. После прекращения вращения роликов дым усилился | Загорание масла внутренних подшипников тормоза | Дать остыть тормозу и можно продолжать работу | Протекание излишков масла на горячие роторы |
| Повышение температуры опоры роликов или тормоза | 1. Перекос подшипников относительно оси роликов более 3°. 2. Выход из строя подшипников. 3. Отсутствие смазки | С помощью прокладок, подкладываемых под основание опоры, устранить перекос. Сменить подшипник, демонтируя опору. Заполнить смазкой в соответствии с таблицей смазки | |
| При вращении роликов стенда измеритель скорости не работает | Тумблер S6 находится во включенном состоянии | Выключить тумблер S6 | Месторасположение тумблера видно из рис. 5.5 |

5.6. Порядок выполнения работы

1. Изучить требования по охране труда.
2. Ознакомиться с оснащением рабочего места.

3. Изучить устройство и работу компонентов тягового стенда.
4. Изучить назначение и символы органов управления приборной стойки и пульта дистанционного управления.
5. Подготовить тяговый стенд к поверке и выполнить проверку работы стенда.
6. Выполнить операции ежедневного технического обслуживания (ЕО), в случае необходимости выполнить ТО-1.
7. Рассчитать основную приведенная погрешность измерений..
8. Произвести функциональную поверку и инструментально оценить техническое состояние стенда и сравнить контролируемые параметры с табличными значениями (табл. 5.4).
9. Сделать заключение о готовности тягового стенда к диагностике автомобилей.
10. Отключить стенд и убрать рабочее место.
11. Оформить и защитить отчет.

5.7. Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Устройство, назначение, принцип действия и работу компонентов тормозного стенда с соответствующими схемами и рисунками.
3. Назначение и символы органов управления приборной стойки.
4. Состав и порядок выполнения работ по подготовке тормозного стенда к поверке и проверке работы стенда.
5. Состав и порядок выполнения работ ежедневного обслуживания (ЕО) и ТО-1.
6. Результаты определения метрологических характеристик тягового стенда.
7. Результаты расчета основной допускаемой приведенной погрешности.
8. Заключение о техническом состоянии стенда с перечнем выявленных неисправностей и предложениями по их устранению.
9. Выводы.

Лабораторная работа № 6

ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СТЕНДА КДС-5К ДЛЯ КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВКИ УГЛОВ УСТАНОВКИ КОЛЕС АВТОМОБИЛЯ

6.1. Цель работы

Изучить конструкцию стенда и порядок поверки его готовности к контролю и регулировке углов установки колес автомобиля.

6.2. Задание на выполнение работы

Изучить правила охраны труда при подготовке к работе и эксплуатации стенда КДС-5К для контроля и регулировки углов установки колес автомобиля.

Изучить устройство, подготовку к работе и правила технического обслуживания стенда КДС-5К, устройство и принцип действия основных элементов, органы управления стенда.

Проделать внешний осмотр и опробование стенда, а также проверку работоспособности отдельных узлов устройства и дать заключение о готовности устройства к эксплуатации.

Приобрести практические навыки по подготовке к работе стенда КДС-5К.

Оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

6.3. Оснащение рабочего места

1. Устройство лазерное для проверки углов установки колес.
2. Уровень брусковый.
3. Уровень гидростатический.
4. Линейка.
5. Рулетка.
6. Легковой автомобиль.

6.4. Охрана труда

К работе на стенде допускаются лица, достигшие 18 летнего возраста и не имеющие медицинских противопоказаний, изучившие

данное техническое описание, санитарные нормы и правила работы с лазерами, а также прослушавшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

Запрещается работать со снятыми задними панелями на стойках.

В процессе работы на стенде и при его настройке не допускать попадания в глаза прямого и зеркально отраженного луча лазера.

Подключение и заземление лазерных стоек выполняется согласно требований ПУЭ.

Установить минимально возможную интенсивность лазера, при которой световые точки отчетливо просматриваются на шкалах!

До начала измерения углов установления колес необходимо проверить техническое состояние ходовой части автомобиля, правильно разместить его на стенде; закрепить на колесах консоли с зеркалами и выставить зеркала параллельно плоскостям оборота колес.

Масса автомобиля должна соответствовать эксплуатационной массе снаряженного автомобиля.

Не допускается утечка жидкости и заклинивание амортизаторов, деформация сайлент-блоков рычагов подвески, люфт маятникового рычага на оси, деформация нижних рычагов подвески.

Давление воздуха в шинах, люфт в шарнирах рулевых тяг, осевой зазор в подшипниках передних колес, люфты в опорах рычагов передних подвесок должны соответствовать значениям и допускам, которые обозначены в эксплуатационной документации на данный автомобиль.

6.5. Общие сведения

Характерным признаком механических приспособлений и стендов является наличие механического контакта между датчиками стенда и колесом автомобиля или специальными дисками, которые крепятся к дискам колес параллельно их плоскости.

В стендах с электронной системой измерения геометрические параметры определяются по перемещениям контактных датчиков, сигналы которых с помощью преобразователей и усилителей передаются на измерительные приборы

К группе приборов, основанных на принципе гравитации, относятся приспособления, в конструкции которых используются жидкостные уровни. В зависимости от величины углов установки изменяется положение пузырька воздуха в ампуле жидкостного уровня.

Примером станда такого типа является стенд 665/j «Muller-Born» производства Франции.

Конструкция устройства для проверки углов установки управляемых колес

Устройство состоит из держателя зеркала, поворотных кругов и блоков контроля углов.

Конструкция держателя зеркала представлена на рис. 6.1.

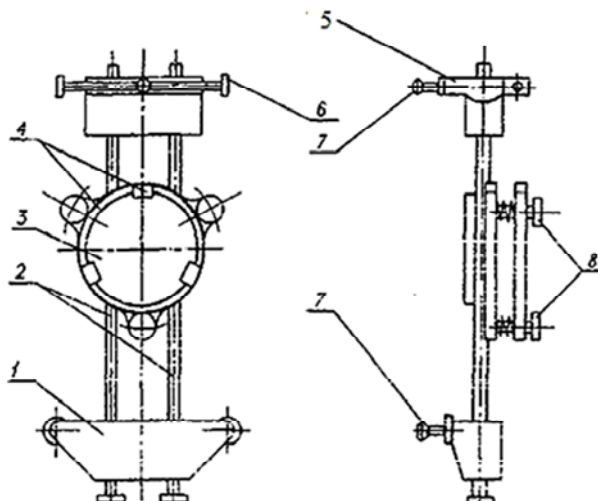


Рис. 6.1. Держатель зеркала:

1 – кронштейн; 2 – направляющие; 3 – зеркало; 4 – оправка;
5 – зажимы; 6 – упоры; 7, 8 – винты

Держатель зеркала предназначен для крепления плоского зеркала 3 к ободу колеса автомобиля. Несущим элементом конструкции является кронштейн 1 с направляющими 2, по которым перемещается оправка 4 плоского зеркала, и зажим 5. С помощью поворота ручки 6 держатель зеркала винтами 7 крепится к ободу колеса автомобиля. Длина направляющих 2 определяет максимальный диаметр обода колеса. С помощью винтов 8 осуществляется регулировка углового положения плоскости зеркала, диаметр которого равен 160 мм.

Поворотные круги предназначены для предотвращения смещения автомобиля и облегчения управления находящимися в состоянии покоя колесами автомобиля при их поворотах вправо и влево.

Конструкция поворотного круга представлена на рис. 6.2.

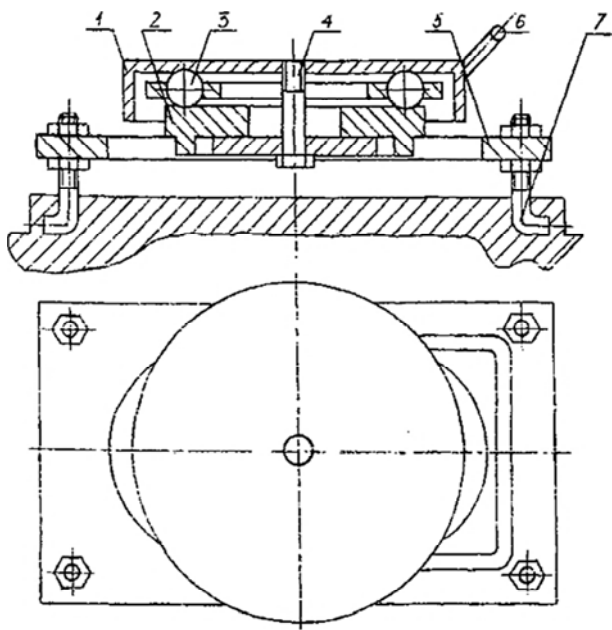


Рис. 6.2. Устройство поворотного круга:
1, 2 – фланцы; 3 – шарики; 4 – болт; 5 – плита;
6 – ручка; 7 – анкерные болты

Поворотный круг (рис. 6.2) состоит из двух фланцев – верхнего 1 и нижнего 2 и расположенного между ними сепаратора с шариками 3. Фланцы скреплены между собой с помощью болта 4 и шайбы. Нижний фланец поворотного круга вставляется в паз плиты 5, закрепленной с помощью анкерных болтов 7 и гаек на бетонном основании около смотровой ямы. Верхний фланец имеет ручку 6, с помощью которой поворотный круг можно перемещать вдоль паза влево и вправо для подстройки положения поворотного круга под ширину колеи автомобиля. Свободный поворот управляемого колеса автомобиля обеспечивается возможностью вращения верхнего фланца относительно нижнего вокруг оси, проходящей через болт 4.

Блок контроля углов (БКУ) предназначен для формирования в пространстве опорного лазерного пучка и регистрации положения от-

раженного зеркалом пучка лазерного излучения на координатной сеткезеркала для измерения углов установки колес.

Характерной особенностью электрооптических приборов и стендов является использование для определения углов установки колес и смещений мостов автомобиля световых проекторов, проекционных экранов и системы зеркал. Примерами электрооптических стендов являются стенд модели EFAU-444 фирмы «BOSCH» (Германия) и стенд РКО (Польша).

Лазерный стенд для проверки углов имеет меньшие погрешности, прост в настройке и использовании и не требует больших затрат на обслуживание.

Основные технические параметры и характеристики устройства

Техническая характеристика стенда приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Техническая характеристика стенда
для проверки углов установки колес автомобиля

| № п/п | Наименование параметра | Значение параметра |
|-------|--|--------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 1. | Тип устройства | стационарный |
| 2. | Диапазон измерения углов схождения, угл. град | ± 1 |
| 3. | Погрешность измерения углов схождения, угл. мин | ± 5 |
| 4. | Диапазон измерения углов развала, угл. град | $\pm 1,5$ |
| 5. | Погрешность измерения углов развала, угл. мин | ± 5 |
| 6. | Диапазон измерения угла продольного наклона оси поворота колеса, угл. град | ± 10 |
| 7. | Погрешность измерения угла продольного наклона оси поворота колеса, угл. мин | ± 15 |
| 8. | Тип индикации | визуальный |
| 9. | Допустимая ширина колеи проверяемого автомобиля, мм | от 1228 до 1600 |
| 10. | Допустимый диапазон ширины обода колес, мм | от 260 до 450 |
| 11. | Рабочий диапазон температуры окружающей среды, °С | от +10 до +40 |

| 1 | 2 | 3 |
|-----|--|---------------------------------|
| 12. | Питание устройства от сети переменного тока: напряжением, В частотой, Гц | 220^{+10}_{-15} 50 ± 1 |
| 13. | Время непрерывной работы, ч | 16 |
| 14. | Мощность, потребляемая устройством, Вт | 50 |
| 15. | Средняя наработка на отказ, ч | не менее 2000 |

Несущим элементом конструкции (рис. 6.3) служит подставка 2, которая перемещается по направляющим 5, закрепленным в основании 1. Поворотное устройство 8, закрепленное на кронштейне 9, жестко связано с корпусом 10.

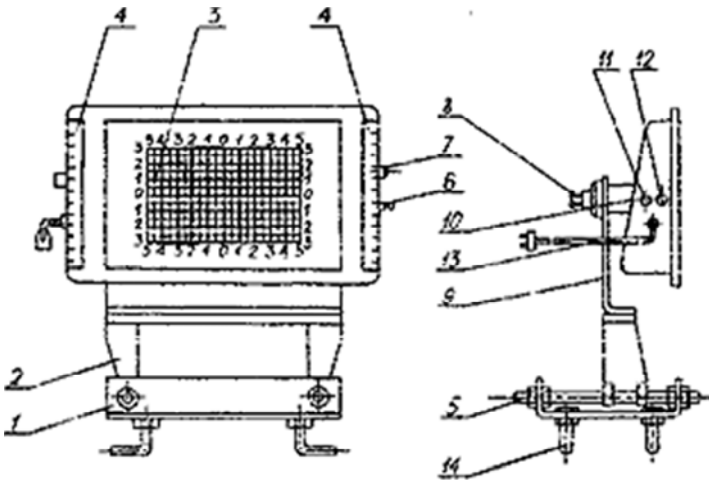


Рис. 6.3. Блок контроля углов:

- 1 – основание; 2 – подставка; 3 – шкала с координатной сеткой;
 4 – боковые шкалы; 5 – направляющие; 6 – тумблер; 7 – индикатор;
 8 – поворотное устройство; 9 – кронштейн; 10 – корпус;
 11 – клемма заземления; 12 – предохранитель;
 13 – кабель; 14 – анкерные болты

На боковых частях корпуса БКУ расположены тумблер 6, индикатор 7, клемма заземления 11 и предохранитель 12.

На лицевой панели БКУ расположены шкала 3 с координатной сеткой и две боковые шкалы 4, на которых производится визирование проекции пучка лазерного излучения. Внутри корпуса 10 расположены лазерный излучатель с источником питания и оптические элементы формирования опорного лазерного пучка, который выходит наружу через отверстие в центре шкалы 3.

С помощью кабеля 13 БКУ подсоединяется к сети питающего напряжения, а с помощью анкерных болтов 14 крепится на бетонном основании около осмотровой канавы.

Принцип работы устройства основан на формировании в пространстве лазерных пучков, которые отражаются от закрепленных на колесах автомобиля зеркал, и визуальной регистрации положения пятна каждого отраженного пучка на координатной сети экрана БКУ.

Внешний осмотр

Внешним осмотром выявляют наличие дефектов, влияющих на эксплуатационные качества и метрологические характеристики.

При этом наружные поверхности поворотных кругов не должны иметь перекосов, вмятин, заусенцев, забоин; наружные поверхности блоков контроля углов и держателей зеркал и их штативов не должны иметь вмятин, перекосов следов коррозии шкалы и поверхности блоков контроля углов не должны иметь механических повреждений, заметных короблений; штрихи шкал и их шифровка должны быть четкими, ровными и чистыми.

Опробование устройства

Опробованием проверяется взаимодействие подвижных частей устройства. При этом поворотные круги должны вращаться плавно, без заеданий и надежно стопориться; оправки зеркал должны перемещаться по направляющим легко и стопориться надежно.

Определение не горизонтальности поверхностей поворотных кругов

1) На поверхность поворотного круга в направлении продольной оси стенда установить брусковый уровень и после успокоения пузырька уровня произвести отсчет.

2) Повернуть уровень на 180° и снова произвести отсчет. Не горизонтальность поворотных кругов не должна превышать ± 1 мм.

3) Провести измерения по пунктам 1) и 2) для второго поворотного круга.

Измерение расстояния от экранов БКУ до зеркал

1) С помощью линейки измерить расстояние от экранов БКУ до зеркал. Оно должно быть равно 862 ± 10 мм. В этом случае градуировка шкалы будет соответствовать надписям на экранах БКУ.

2) При необходимости, перемещая БКУ по направляющим, установить оба экрана БКУ на расстоянии 862 мм от зеркал.

Проверка устойчивости включения БКУ и правильности его настройки

1) Проверить надежность подсоединения корпуса левого и правого БКУ к контуру защитного зануления и подключить оба БКУ к розеткам 220 В при помощи соединительных кабелей;

2) Установить тумблер включения БКУ в положение «ВКЛ».

При этом должны загораться индикаторы, расположенные на боковых частях БКУ, а в выходных окнах должны появиться пучки лазерного излучения;

3) Ручками управления поворотного устройства (поз. 8, рис. 6.3) левого БКУ навести пучок лазерного излучения, выходящего из этого БКУ, таким образом, чтобы центр лазерного пучка, падающего на правый БКУ, совпадал с центром выходного окна правого БКУ;

4) Повторить операции по пунктам 1), 2) для правого БКУ.

Проверка перпендикулярности установки плоскости зеркала относительно оси вращения колеса

1) Прокручивая левое колесо автомобиля, убедиться в том, что проекция пучка излучения на экране левого БКУ описывает окружность;

2) Отрегулировать положение зеркала с помощью юстировочных винтов поз. 8, рис. 6.1, чтобы при вращении колеса автомобиля пучок излучения на экране БКУ оставался неподвижным или имел минимальное перемещение;

3) Выполнить пункты 1) и 2) для правого колеса.

Контроль качества юстировки. Качество юстировки правого и левого зеркал осуществляется путем изменения размера (диаметра) окружности перемещения проекции пучка лазерного излучения на экранах БКУ. Диаметр окружности, по которой перемещается проекция пучка излучения, должен находиться в пределах одного деления экрана БКУ (не более 2,5 мм).

6.6. Порядок выполнения работы

1. Изучить правила охраны труда при подготовке к работе и эксплуатации стенда.
2. Изучить устройство, подготовку к работе и правила технической эксплуатации стенда, принцип действия основных компонентов.
3. Выполнить внешний осмотр. Результаты записать в отчет.
4. Провести опробование устройства.
5. Определить не горизонтальности поверхностей поворотных кругов.
6. Измерить расстояния от экранов БКУ до зеркал.
7. Проверить устойчивость включения БКУ и правильность его настройки.
8. Проверить перпендикулярности установки плоскости зеркала относительно оси вращения колеса.
9. Контролировать качество юстировки.
10. Полученные результаты занести в отчет.
11. Оформить и защитить отчет.

6.7. Содержание отчета

1. Основные схемы и устройство компонентов стенда, их назначение и принципы действия.
2. Техническая характеристика.
3. Результаты внешнего осмотра и опробования стенда.
4. Значения измеренной не горизонтальности поверхностей поворотных кругов.
5. Измеренные расстояния от экранов БКУ до зеркал.
6. Результаты проверки устойчивости включения БКУ и правильности его настройки.
7. Результаты проверки перпендикулярности плоскости зеркала относительно оси вращения колеса.
8. Заключение о качестве юстировки.
9. Выводы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Типаж и техническая эксплуатация оборудования предприятий автосервиса : учебное пособие / В. А. Першин [и др.]. – Ростов н/Д : Феникс, 2008. – 413 с.
2. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: механизация и экологическая безопасность производственных процессов / В. И. Сарбаев [и др.] / Серия «Учебники, учебные пособия». – Ростов н/Д : «Феникс», 2004. – 448 с.
3. Ясенков, Е. П. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учебное пособие / Е. П. Ясенков, Л. А. Парфенова. – 2-е изд., перераб. – Братск : ГОУ ВПО «БрГУ», 2005. – 140 с.
4. Вакуумные технологии в ремонтном производстве : монография / В. А. Лойко [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2007. – 190 с.
5. Оборудование технического обслуживания автотранспортных средств / В. С. Ивашко [и др.]. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2016. – 368 с.
6. Основы проектирования ремонтно-технологического оборудования и оснастки / С. К. Карпович [и др.]. – М. : БГАТУ, 2009. – 92 с.
7. Кудрин, А. И. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : текст лекций / А. И. Кудрин. – Челябинск : Изд. Ю.-Ур.ГУ, 2003. – 168 с.
8. Савич, Е. Л. Ремонт кузовов легковых автомобилей / Е. Л. Савич, В. С. Ивашко, А. С. Савич. – Минск : Новое знание; ИНФРА-М, 2012. – 320 с.
9. Савич, А. С. Восстановительные технологии при ремонте автомобилей / А. С. Савич, В. С. Ивашко, В. П. Иванов. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2013. – 528 с.
10. Шец, С. П. Проектирование и эксплуатация технологического оборудования для технического сервиса автомобилем в условиях ДТП : учебное пособие / С. П. Шец, И. Л. Осипов, А. В. Фролов. – Брянск : Изд-во БГГУ, 2004. – 270 с.

Учебное издание

ИВАШКО Виктор Сергеевич
ЛОЙКО Владимир Алексеевич

**СРЕДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО
ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА
АВТОМОБИЛЕЙ**

Практикум
для обучающихся по специальностям
1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей
(по направлениям)» и 1-37 01 07 «Автосервис»

Редактор *Е. В. Герасименко*
Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 22.11.2021. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 6,16. Уч.-изд. л. 4,82. Тираж 100. Заказ 880.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.