

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильный сервис

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Стенд для экспресс-диагностирования состояния УУУК автомобилей

Обучающийся

Д.С. Аникин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. пед. наук Л.А. Угарова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

канд. физ.-мат. наук Д.А. Романов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Аннотация

В бакалаврской работе произведен анализ технологического состояния автотранспортного предприятия. Осуществлен анализ вредных и опасных производственных факторов на участке диагностики, проработаны вопросы техники безопасности, выполнен расчет искусственного освещения и защитного заземления.

Во втором разделе работы был произведен поиск аналогов и исследования достигнутого уровня техники по разработкам стенда для экспресс-диагностирования состояния УУУК автомобиля. Проведена оценка найденных аналогов и построена циклограмма. По результатам оценки выбран аналог, отвечающий требованиям технического задания.

В третьем разделе на основе выбранного аналога был разработан стенд для экспресс-диагностирования состояния УУУК автомобиля. Разработаны стадии и этапы разработки, сконструирован стенд, проведены необходимые расчеты. Разработанный стенд отвечает требованиям технического задания.

В четвертом разделе разработана технологическая карта для работы на сконструированном стенде.

В пятом разделе рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта.

По результатам работы разработан стенд для экспресс-диагностирования состояния УУУК автомобиля.

Содержание

Введение	4
1 Технологический анализ автотранспортного предприятия	5
1.1 Анализ автотранспортного предприятия	5
1.2 Углубленная проработка зоны участка диагностики	6
2 Исследование достигнутого уровня развития техники и поиск аналогов	10
2.1 Поиск аналогов для разработки прогрессивного технического решения стенда для определения схождения управляемых колес автомобилей.....	10
2.2 Оценка преимуществ и недостатков аналогов.....	19
3 Стенд для определения схождения управляемых колес	21
3.2 Техническое предложение	23
3.3 Конструкторские расчеты	33
3.4 Технические характеристики.....	40
4 Технологический процесс контроля углов установки управляемых колес.....	41
4.1 Контроль углов установки управляемых колес	41
4.2 Основные неисправности ходовой части	46
4.3 Технологический процесс контроля углов установки управляемых колес.....	48
5 Безопасность и экологичность объекта.....	50
Заключение	54
Список используемой литературы и используемых источников	55

Введение

Бесперебойная работа любого автотранспортного предприятия зависит от технического состояния автопарка. Для того, чтобы избежать простоя автотранспорта, необходимо своевременно диагностировать техническое состояние и производить ремонт в случае поломки. Диагностика и ремонт должны производиться на качественном оборудовании. В связи со сложной политической обстановкой, возникла острая необходимость разработки нового, современного, качественного отечественного оборудования.

Одно из оборудования, которое должно быть на любом АТП – это стенд для диагностики и регулировки углов установки управляемых колес автомобилей. Поскольку модельный ряд автомобилей разнообразен и обширен, то у специалистов, работающих на участках диагностики, существует потребность в универсальных стендах экспресс проверки УУУК автомобилей, которые позволяли бы работать с различными моделями автомобилей.

Целью бакалаврской работы является разработка стенда для экспресс-диагностирования состояния УУУК автомобилей. Для выполнения цели необходимо выполнить следующие задачи:

- рассмотреть автотранспортное предприятия и произвести технологический анализ работы;
- провести поиск аналогов и существующих технических решений по разработке стенда для экспресс-диагностики;
- сконструировать стенд на основе найденного аналога;
- разработать технологическую карту;
- рассмотреть вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта.

Объектом исследования является автотранспортное предприятие. Предметом – стенд для экспресс-диагностики УУУК автомобилей.

1 Технологический анализ автотранспортного предприятия

1.1 Анализ автотранспортного предприятия

«Большой технический потенциал действующих автопредприятий вызывает необходимость увеличения доли средств на обновление уже созданной производственной базы путем модернизации и замены устаревшего оборудования, внедрения прогрессивной технологии.

Переход к интенсивным и ресурсосберегающим формам развития производства, основанным на реконструкции и техническом перевооружении действующих предприятий, является важнейшим направлением развития народного хозяйства и, в частности, автомобильного транспорта. Реконструкция автопредприятий способствует повышению их технического уровня, который предопределяет основные технико-экономические показатели предприятий, а, следовательно, и уровень эффективности производства в целом. При этом улучшение технико-экономических показателей происходит с меньшими затратами и в более короткие сроки, чем при строительстве новых или расширении действующих АТП.» [5]

«Отличительной особенностью реконструкции является обновление активной и пассивной частей основных фондов предприятия. Наряду с ликвидацией старых зданий и сооружений осуществляется переустройство и переоборудование зон, отделений и участков на новой технической основе. При этом решается целый комплекс вопросов, связанных с механизацией и автоматизацией производственных процессов, с заменой морально и физически устаревшего оборудования, внедрением прогрессивной технологии, ликвидацией узких мест с возможным незначительным приростом производственных площадей и установлением дополнительного технологического оборудования.

Необходимость реконструкции автопредприятия предопределяется рядом особенностей, характерных для отрасли и всего народного хозяйства.» [20]

«Наращивание производственных мощностей невозможно без значительной реконструкции или ломки существующих стационарных устройств (здания, сооружения, поточные линии). Следовательно, первым этапом в развитии производства после достижения проектной мощности является осуществление технического перевооружения. И только тогда, когда реализация мероприятий по техническому перевооружению не приводит к значительному повышению технического уровня и эффективности производства, осуществляется его реконструкция. Под влиянием научно-технического прогресса технологическое оборудование постоянно совершенствуется, происходит вытеснение устаревших образцов, осуществляется процесс расширенного воспроизводства основных фондов предприятия. Следовательно, возникает необходимость обновления вышедших из строя и устаревших средств труда, которые возможно в процессе реконструкции предприятия. В условиях интенсивного способа развития производства и напряженной демографической ситуации сокращаются возможности дополнительного вовлечения в производство трудовых ресурсов. Следовательно, важным фактором в обеспечении высоких темпов роста производительности труда является дальнейшее повышение технического уровня производства. Наиболее быстрый и экономичный путь к решению этой проблемы заключается в реконструкции существующих предприятий.» [3]

1.2 Углубленная проработка зоны участка диагностики

«Участок диагностирования предназначен для определения технического состояния автомобиля, его агрегатов, узлов и систем, отвечающих за безопасность движения и экологическую безопасность, без

их разборки с помощью технических средств. Диагностирование представляет собой технологический элемент ТО и ремонта, а также основной метод выполнения контрольных работ. Диагностика позволяет обеспечить высокую эксплуатационную надёжность автомобиля, повысить производительность труда и снизить затраты на текущий ремонт, запасные части и материалы.

На данном участке осуществляется процесс диагностирования узлов и элементов, отвечающих за безопасность движения и эксплуатации транспортного средства работ, а так же за экологические показатели автомобиля.» [12]

«Подробный список работ, выполняемых в рамках Д-1 выглядит следующим образом:

- экспресс диагностика углов установки управляемых колес по уводу автомобиля в сторону от прямолинейного движения,
- оценка состояния тормозной системы автомобиля,
- проверка состояния передней подвески и рулевого управления,
- проверка токсичности отработавших газов,
- проверка и регулировка света фар,
- проверка работы системы световой сигнализации,
- проверка работы амортизаторов

Весь перечень необходимого технологического оборудования приведен в таблице 1.» [2]

Таблица 1 – Табель технологического оборудования

Поз.	Наименование оборудования	Модель	Количество	Габаритные размеры, мм
1	Стенд для проверки тормозных систем транспортных средств	-	1	2500x700
2	Стенд для диагностирования состояния передней подвески автомобиля по боковому уводу в сторону от прямолинейного движения	MINC1	1	1050x500
3	Стенд проверки амортизаторов	SA2	1	600x1000
4	Стенд контроля состояния передней подвески и рулевого управления	PMS 3/2	1	650x650
5	Система управления, сбора и обработки данных	EURO-SYSTEM	1	500x500
6	Шкаф инструментальный	-	2	800x300
7	Прибор контроля света фар	IS2	1	600x600
8	Верстак слесарный	BC-1	1	1200x800
9	Газоанализатор четырёхпараметровый	MGT5	1	560x240
10	Подъёмник канавный передвижной	-	-	900x450

Необходимо определить площадь диагностического отделения.

Первоначально площадь отделения определяем по суммарной площади оборудования и коэффициенту плотности его расстановки.

$$F_{np} = K_{nl} \cdot \sum F_{обор} , \quad (1)$$

где $\sum F_{обор}$ – суммарная площадь занимаемая оборудованием;

K_{nl} - коэффициент плотности расстановки оборудования.

Для участка диагностики принимаем $K_{nl} = 4,5$.

$$\begin{aligned}
 F_{np} &= 4,5 \cdot (2,5 \times 0,7 + 1,05 \times 0,5 \times 2 + 0,6 \times 1,0 \times 2 + 0,65 \times 0,65 \times 2 + 0,59 \times 0,375 + \\
 &+ 0,07 \times 0,2 + 0,5 \times 0,5 + 0,25 \times 0,25 + 0,8 \times 0,3 \times 2 + 0,6 \times 0,6 + 1,2 \times 0,8 + 0,56 \times 0,24 = \\
 &= 4,5 \cdot (2,15 + 1,05 + 1,2 + 0,845 + 0,22 + 0,014 + 0,25 + 0,48 + 0,36 + 0,96 + 0,13) = \\
 &= 34,46 \text{ м}^2
 \end{aligned}$$

«Окончательная площадь участка определяется с учетом площади оборудования, его расстановки и площади рабочих постов, при этом учитываются расстояния между элементами здания и контуром каждого вида оборудования.» [5]

Вывод: В разделе рассмотрено автотранспортное предприятие, подробно рассмотрено диагностическое отделение. Проанализированы виды работ, выполняемые на этом участке, расписан перечень необходимого оборудования, рассчитана необходимая площадь.

2 Исследование достигнутого уровня развития техники и поиск аналогов

2.1 Поиск аналогов для разработки прогрессивного технического решения стенда для определения схождения управляемых колес автомобилей

Проведем анализ технических решений по разработкам стенда для экспресс-диагностики УУУК автомобилей. Для этого определим необходимый список признаков и характеристик.

«При исследовании на достигнутого уровня развития техники и новизну будем производить обзор информации по конкретной тематике, так как нам не известны ни номера патентов, ни фамилии изобретателей. Из-за отсутствия банка соответствующих данных за последние 2-3 года, за глубину поиска возьмем тот интервал лет, в период которого данная тематика интенсивно развивалась.» [11]

По результатам поиска найдены следующие аналоги:

Стенд для диагностирования переднего моста транспортных средств по а.с. №945714. (рисунок 1)

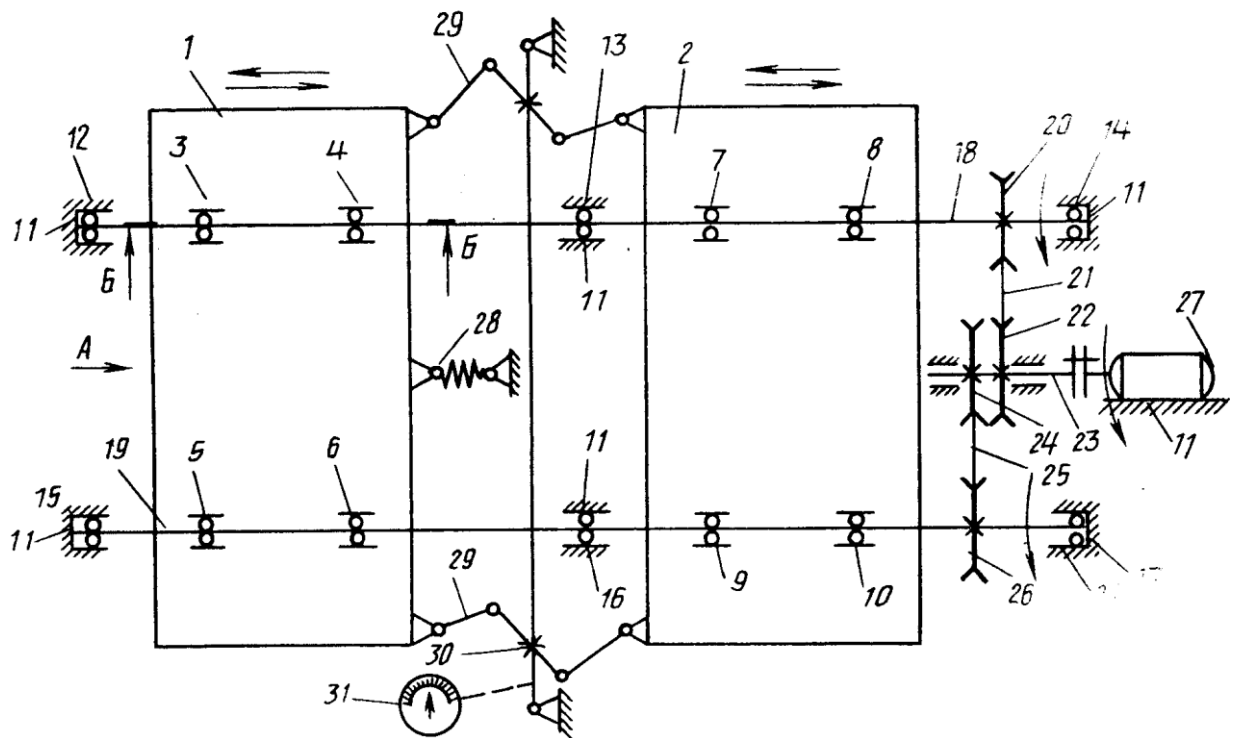


Рисунок 1 - Стенд для диагностирования переднего моста транспортных средств по а.с. №945714

«На основании 1 в шарнирных опорах 2-5 установлены валы 6 и 7 беговых барабанов 8 и 9. Барабан 8 посредством муфты 10 и коробки 11 передачи соединен с приводным двигателем 12. Валы 6 и 7 посредством дополнительной муфты 13 соединены между собой. Опоры 2-5 муфты 10 и 13 обеспечивают осевое перемещение беговых барабанов. На валах 6 и 7 установлены втулки 14 и 15, имеющие кольцевой паз 16 и 17. На опорах 3 и 4 на продольных осях 18 и 19 шарнирно установлены двуплечие рычаги 20 и 21, одно плечо которых посредством штифтов 22 и 23, размещенных, в пазах 16 и 17, соединено с втулками 14 и 15. Другое плечо рычага 20 шарнирно соединено со штоком силового пневмоцилиндра 24, корпус которого шарнирно соединен с другим плечом рычага 21. На основании 1 установлен подъемник, содержащий пневмоцилиндры 25 соединенные с опорной плитой 26, которая при помощи двух пальцев 27 шарнирно соединена с И-образной

рамой 28, охватывающей снаружи управляемые колеса 29 и 30 переднего моста 31.» [16]

«На каждом из двух противоположных концах рамы 28 в направляющих 32 установлены площадки 33 измерительных механизмов, содержащих вал 34, шарнирно установленный в размещенных на площадках 33 дополнительных опорах 35 и 36 с возможностью осевого перемещения. На площадках 33 установлены датчики 37 линейных перемещений, подпружиненные штоки 38 которых упираются в торцы валов 34. На одном конце вала 34 установлен указатель угла поворота, выполненный в виде четырехкулачковой втулки 39. Кулачки втулки 39 расположены под углом 90° и взаимодействуют с конечным выключателем 40, установленным на площадке 33 и включенным в систему управления (не показана). На другом конце вала 34 жестко закреплен стакан 41 с консольным рычагом 42, имеющим наконечник 43 для упора в диск 44 управляемого колеса. Пружина 45, установленная между стаканом 41 и опорой 36, удерживает рычаг 42 в крайнем (от площадки 33) положении. Для предотвращения закручивания пружины 45 при вращении вала 34 между пружиной и стаканом установлен упорный подшипник 46.» [16]

«На площадке 33 установлен конечный выключатель 47 с возможностью взаимодействия со стаканом 41, включенный в систему управления. Механизм осевого перемещения измерительного механизма выполнен в виде пневмоцилиндра 48, корпус которого шарнирно соединен с рамой 28, а шток с площадкой 33. С площадкой 33 жестко соединен консольный рычаг 49 с наконечником, выполненным в виде шарнирного ролика 50, установленного в вилке 51, подпружиненной пружиной 52 относительно консольного рычага и имеющей возможность осевого перемещения в направляющих 53. Вилка 51 жестко соединена со стержнем 54, в торец которого упирается подпружиненный шток датчика 55 линейных перемещений. Механизм для крепления балки моста 31 содержит трапециевидные опоры 56, закрепленные на раме 28, поворотный кронштейн 57,

шарнирно установленный на раме 28 посредством оси 58, и дополнительный пневмоцилиндр 59, шток которого шарнирно соединен с кронштейном 57, а корпус с рамой 28.» [16]

«В исходном состоянии площадки 33 измерительных механизмов отодвинуты в крайнее (наружное) положение, шток дополнительного пневмоцилиндра 59 втянут, и плита 26 вместе с рамой 28 опущены вниз. Для контроля технического состояния переднего моста управляемые колеса 29 и 30 размещают на барабанах 8 и 9 и устанавливают в положение, соответствующее прямолинейному направлению движения транспортного средства. При подаче давления в пневмоцилиндры 25 плита 26 вместе с рамой 28 поднимается в верх до соприкосновения опор 56 с балкой моста 31. При подаче давления в бесштоковую полость дополнительного пневмоцилиндра 59 кронштейн 57 поворачивается вокруг оси 58 по часовой стрелке и прижимает балку переднего моста к опорам 56, жестко соединяя передний мост с рамой 28. При этом оси валов совпадают с осями вращения управляемых колес.» [14]

«Подавая давление в пневмоцилиндры 48, перемещают площадки 33 с измерительными механизмами до упора наконечником 43 в диск 44, роликов 50 на боковую поверхность шины управляемых колес. При заданном осевом перемещении наконечником 43 и роликов 50 стаканы 41 нажимают на рычажок выключателя 47. В результате в системе управления вырабатывается сигнал на прекращение подачи давления в пневмоцилиндр 48. Для проверки люфтов в шкворневых соединениях и подшипниках ступиц управляемых колес подается давление в штоковую полость силового пневмоцилиндра 24. При этом барабаны 8 и 9 перемещаются в осевом направлении в сторону увеличения расстояния между ними, выбирая люфты с шкворневых соединений и подшипниках ступиц управляемых колес в одном направлении. Сообщая в штоковую полость силового пневмоцилиндра 24 с атмосферой и подавая давление в бесштоковую полость силового пневмоцилиндра 4, перемещают барабаны 8 и 9 в противоположном

направлении. При этом люфты в шкворневых соединениях и подшипниках ступиц управляемых колес выбираются в другом направлении. По показаниям датчиков линейных перемещений 37 и 55 при перемещении барабанов 8 и 9 в обоих направлениях оценивают люфты в шкворневых соединениях и ступицах управляемых колес.» [14]

«Таким образом, в предлагаемом стенде обеспечивается контроль люфтов в шкворневых соединениях и подшипниках ступиц управляемых колес, а также контроль биения управляемых колес, что позволяет повысить число параметров при контроле технического состояния переднего моста.» [3]

Стенд для испытания транспортных средств по а.с.№1203397 представлен на рисунке 2.

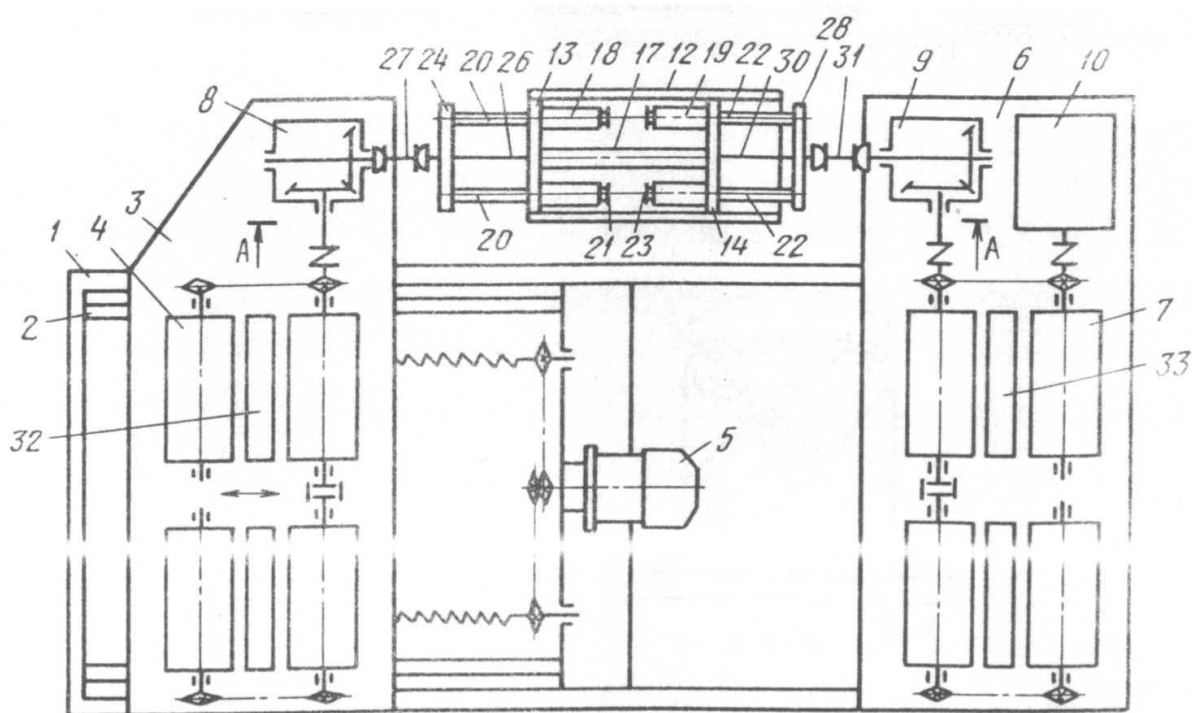


Рисунок 2 - Стенд для испытания транспортных средств по а.с.№1203397

«На основании 1 смонтированы продольные направляющие 2, на которых установлены подвижная платформа с размещенными на ней беговыми барабанами 4. Подвижная платформа 3 кинематически соединена с

приводом 5 перемещения, установленным на основании 1. Неподвижная платформа 6 с размещенными на ней дополнительными беговыми барабанами 7 закреплена на основании 1. Беговые барабаны 4 кинематически соединены между собой и с редуктором 8, установленным на подвижной платформе 3, а дополнительные беговые барабаны 7 кинематически соединены между собой, с дополнительным редуктором 9 и с тормозом 10, установленным на неподвижной платформе на основании 1 между подвижной 3 и неподвижной 6 платформами смонтированы дополнительные направляющие, на которых установлена подвижная каретка 12.» [8] На подвижной каретке 12 закреплены две опорные стойки 13 и 14 с валами 15 и 16 для полого вала 17. На боковых стойках 13 и 14 параллельно валу закреплены направляющие втулки. Направляющие втулки 18, 19 закрепленные на опорной стойке 13 смещаются по фазе на угол α относительно направляющих втулок 19, закрепленных на боковой стойке 14. В направляющих втулках 18 телескопически установлены стержни, на одном конце которых закреплены ограничители 21 с возможностью упора о внутренние торцы направляющих втулок 18. В направляющих втулках 19 телескопически установлены стержни 22 на одном конце которых закреплены ограничители 23 с возможностью упора о внутренние торцы направляющих втулок 19. Другие концы стержней 20 соединены траверсой 24, на которой смонтирована дополнительная опора 25 раздвижного вала 26, телескопически соединенного с одним концом полого вала 17 кинематически соединенного посредством карданной передачи 27 с выходным валом и кинематически соединенного посредством карданной передачи 31 с выходным валом дополнительного углового редуктора 9. На подвижной 3 и неподвижной 6 платформах между беговыми барабанами установлены подъемные площадки 32 и 33.

Стенд используется следующим образом. Установка беговых барабанов 4 и 7 в соответствии с базой испытываемого транспортного средства осуществляется перемещением посредством привода 5 подвижной

платформы 3 по продольным направляющим 2. При этом в зависимости от соотношения сил трения между дополнительными продольными направляющими 11 и подвижной кареткой 12 и направляющими втулками 18 и 19 и стержнями 22 и 21 при перемещении подвижной платформы 3 происходит поочередное перемещение стержней 20 и подвижной каретки 12.

Максимальное расстояние между парами беговых барабанов 4 и 7, соответствующее максимальной базе испытываемого транспортного средства, достигается при крайнем левом положении подвижной платформы 3. При этом благодаря параллельности направляющих втулок 18 и 19 полуму валу 17 и при выборе соответствующей длины этих направляющих втулок 18 и 19 сохраняется соосность раздвижных валов 26 и 30 и полого вала. 17, что снижает динамические нагрузки при вращении валов и повышает долговечность стенда. Для уменьшения расстояния между парами беговых барабанов 4 и 7 для обеспечения возможности установки на них транспортного средства с меньшей базой подвижную платформу 3 посредством привода 5 перемещают вправо по параллельным направляющим 2, При этом с направляющими втулками 18 больше суммарной силы трения в контакте подвижной каретки 12 с дополнительными продольными направляющими 11 и стержней 22 с направляющими втулками 19, то при перемещении подвижной платформы 3 вправо перемещается вправо в продольном направлении подвижная каретка 12 до упора опорной стойки 14 о траверсу 28 при неподвижных стержнях 20 направляющих втулок 18. При дальнейшем перемещении подвижной платформы 3 в крайнее правое положение стержни 20 перемещаются вправо по направляющим втулкам 18 до упора траверсы 24 об опорную стойку 13. Это соответствует минимальной базе испытываемого транспортного средства. Благодаря смещению по фазе направляющих втулок 18 относительно направляющих втулок 19 стержни 20 не упираются в стержни 22.

При перемещении подвижной платформы 3 влево от крайнего правого положения вначале перемещается влево подвижная каретка 12 до упора

ограничителей 23 о внутренние торцы направляющих втулок 19. При дальнейшем перемещении влево подвижной платформы 3 стержни 20 перемещаются влево по направляющим втулкам 18 до упора ограничителей 21 о внутренние торцы направляющих втулок 18. Это соответствует максимальной базе испытываемого транспортного средства.

После установки подвижной платформы 3 в положение, соответствующее базе испытываемого транспортного средства, подвижные площадки 32 и 33 поднимаются и транспортное средство ведущими колесами заезжает, например, на беговые барабаны 4, и ведомыми — на дополнительные беговые барабаны 7. Далее подвижные площадки 32 и 33 опускают. При вращении ведущих колес испытываемого транспортного средства вращение от беговых барабанов 4 посредством углового редуктора и карданной передачи 27, раздвижного вала 26, полого вала 17, дополнительного раздвижного вала 30 карданной передачи и дополнительного углового редуктора 9 передается дополнительным беговым барабанам 7, которые при этом вращают ведомые колеса транспортного средства, имитируя движение по дороге.

«Стенд для определения схождения управляемых колес транспортного средства по а.с.№ 1559259 представлен на рисунке 3.» [19]

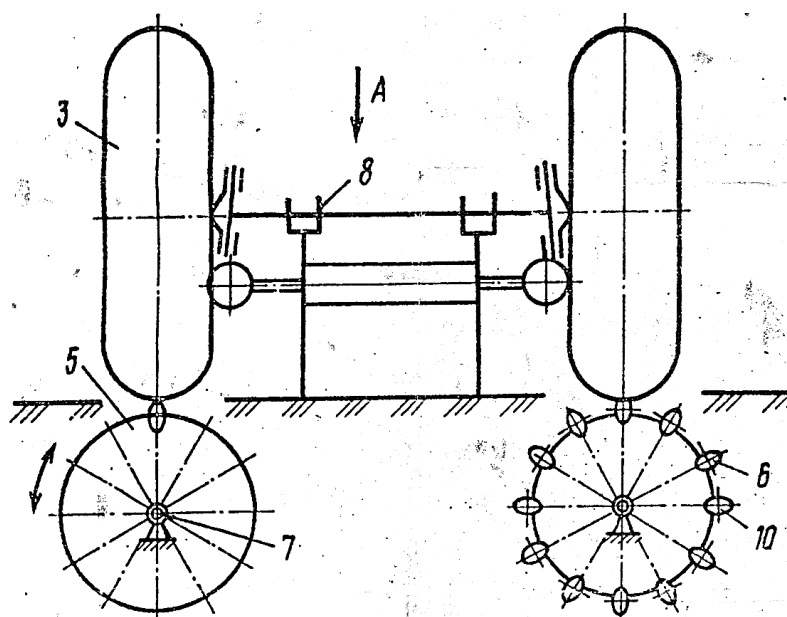


Рисунок 3 - Стенд для определения схождения управляемых колес транспортного средства по а.с. № 1559259

«Стенд содержит основание 1, привод 2 управляемых колес 3, связанный с разжимными роликами 4, опорные измерительные барабаны 5 с опорными роликами 6, установленные на осях 7 с возможностью вращения, и зажимы 8 для фиксации балки управляемого моста. Разжимные ролики 4 установлены с возможностью контактирования с внутренними боковыми поверхностями управляемых колес 3 и кинематически связаны с устройством 9 для перемещения привода 2 управляемых колес 3 в плоскости, параллельной основанию 1 стенда. Опорные ролики 6 установлены на осях 10 с возможностью вращения в плоскости, проходящей через оси 7 барабанов 5.» [19]

«Автомобиль с технически исправным управляемым мостом и нормальной величиной давления воздуха в шинах подается по беговой дорожке на барабаны 5 так, чтобы середина беговой дорожки шины совпадала с продольной осью барабана 5 в вертикальной плоскости. С помощью зажимов 8 закрепляется балка управляемого моста. Колеса 3 устанавливаются в положение, соответствующее прямолинейному движению

автомобиля. Включают устройство 9 для перемещения привода 2 с разжимными роликами 4 в сторону боковых колес 3. Усилие, создаваемое в месте контакта роликов 4, способствует разворачиванию по расходящим дугам левого и правого управляемых колес 3 спереди оси управляемого моста. Одновременно включают привод 2 управляемых колес 3, которые начинают вращаться с частотой, соответствующей скорости движения автомобиля 25 км/ч. Если угол схождения колес 3 находится в пределах допустимых значений, барабан 5 не вращается. Вращаются только ролики 6, непосредственно контактирующие с беговой дорожкой шины колеса 3. Если угол схождения находится за пределами допустимых величин, плоскость вращения управляемых колес 3 по отношению к продольной оси 7 барабана 5 находится под каким-то углом, из-за чего ролики 6, вращаясь на осях 10, сообщают барабану 5 вращательное движение.» [7]

2.2 Оценка преимуществ и недостатков аналогов

Оценку преимуществ выполним в виде таблицы. Будем оценивать показатели положительного эффекта от 0 до 5 баллов. Рассмотрим таблицу 2.

Таблица 2 – оценочный анализ аналогов

Показатели положительного эффекта	Аналоги		
	А.с. №945714	А.с. №1203397	А.с. №1559259
Трудоемкость проведения работ	4	3	5
Удобство проведения испытаний	4	5	4
Объем снимаемых параметров	5	2	3
Простота конструкции	4	4	5
Стоимость	4	4	5
Суммарный положительный эффект	21	18	22

«Сопоставительный анализ преимуществ и недостатков аналогов показал, что наибольшую сумму баллов имеет аналог по а.с. №1559259.

Следовательно, данное техническое решение является наиболее прогрессивным. Его принимаем для использования в проектируемой конструкции.» [17]

Построим циклограмму по каждой модели стенда (рисунок 4).

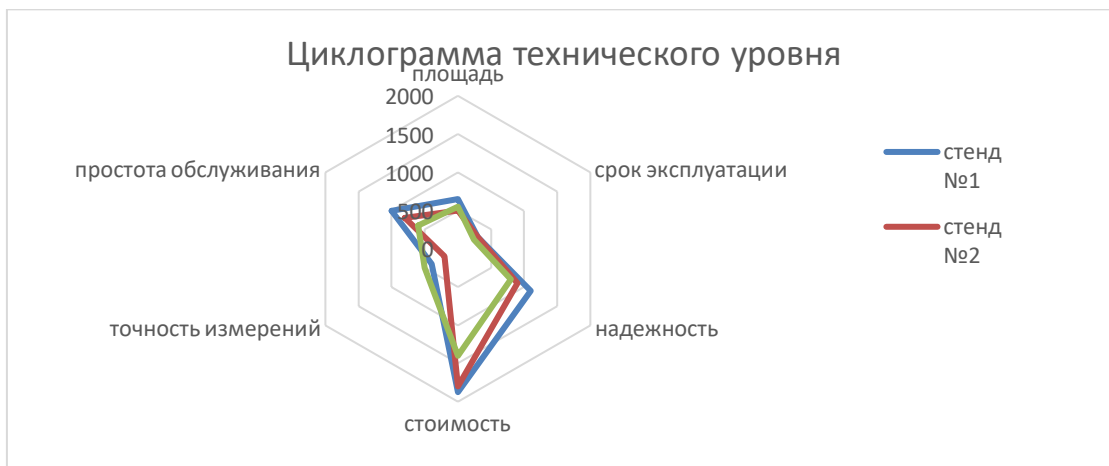


Рисунок 4 – Циклограмма технического уровня

Результаты оценки площади фигур представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Площадь циклограмм по моделям оборудования, определенная визуально

Модель оборудования	Площадь многоугольника циклограммы, мм.
А.с. №1559259	265
А.с. №1203397	196
А.с. №945714	257,5

Вывод: в разделе были найдены и проанализированы аналоги трех стендов для экспресс-проверки УУУК автомобилей. По результатам разных видов анализа, оценочного и с помощью построения циклограммы наилучший результат получил стенд №1559259. Данный стенд отвечает всем требованиям технического задания работа и подходит нам в качестве аналога для дальнейшего конструирования стенда.

3 Стенд для определения схождения управляемых колес

3.1 Техническое задание

Данное изделие относится к диагностическим стендам, а именно к стендам для определения состояния установки управляемых колес за счет критерия оценки увода каждого из управляемых колес автомобиля, используя боковую силу, создаваемую колесом в процессе движения.

Разработать установку для нажатия на педаль при испытании тормозной системы и прокачки гидравлического привода.

Установка будет применяться при ТО и ремонте легковых автомобилей в АТП и СТО при прокачке и диагностике. Используется в салоне автомобиля.

Установка должна крепиться на педали тормоза и упираться в руль. Расстояние между рулем и тормозной педалью (ориентировочно) 600 - 640 мм, расстояние между педалью и передней частью сиденья 370 - 570 мм, общий ход педали 150 - 200 мм, диаметр рулевого колеса 360 - 420 мм. Масса установки не более 12 кг.

Установка представляет собой пневмоцилиндр, которая передает усилие на тормозную педаль при помощи передающих устройств и опорной трубы, которая фиксирует пневмоцилиндр относительно рулевого колеса. Установка должна обеспечивать быструю и удобную установку на водительское место автомобиля и его жесткую фиксацию на рулевом колесе, имеет надежную фиксацию педальной насадки.

В качестве силового элемента установки является пневмоцилиндр с максимальным усилием 400 Н, и ходом штока 200 мм, при давлении сжатого воздуха менее 0,6 Мпа.

В системе подачи сжатого воздуха допустимо применить регулятор давления.

Подача воздуха должна осуществляться с помощью пневмораспределителя управляемым автослесарем, находящимся в смотровой канаве или под подъемником, или диагностом, располагающимся рядом с испытуемым стендом.

Установка должна предусматривать устройство для автоматической доливки или автоматического пополнения бачка тормозной жидкостью, не допуская перелива или полного его израсходования

По способу установки стенд может быть вмонтирован в пол (заглубляемый) или располагаться поверх него (незаглубляемый). Изделие может применяться в интервале температур от -10 до + 50⁰ С и влажностью до 80%.

Необходимые параметры:

- потребность в устройстве: 20 шт;
- срок окупаемости: не более 2-х лет;
- нагрузка на стенд осью автомобиля: до 4т.

Дополнительные рекомендации и требования к разработке:

- по возможности максимально использовать возможность внедрения в конструкцию стенда стандартных изделий: манжеты, подшипники качения, стопорные кольца, электродвигатели, метизы, редукторы, мотор-редукторы, муфты, цепи и тд. – для обеспечения ремонтпригодности и модернизации изделия;
- стенд должен иметь одно приводное устройство, осуществляющее вращение управляемых колес автомобиля;
- стенд должен быть универсальным, следовательно конструкция стенда должна предусматривать обслуживание разных типов автомобилей с разным «межколесным» расстоянием;
- конструкция стенда не должна иметь дополнительных механизмов для фиксации балки управляемого моста, т.к. это снижает производительность стенда – за счет наличия дополнительных рабочих

операций, и повышает себестоимость стенда – за счет наличия дополнительного приводного устройства (электромеханического, гидравлического или пневматического);

- общий срок эксплуатации стенда должен быть не менее 7 лет, при этом предусмотренная периодичность проведения профилактических работ (ТО) – не более 1 раза в 4 месяца;
- при разработке конструкции стенда учесть известные аналоги и особенности проводимых работ на данный момент времени.

3.2 Техническое предложение

Выдано задание на разработку стенда для определения состояния установки управляемых колес за счет критерия оценки увода каждого из управляемых колес автомобиля, используя боковую силу, создаваемую колесом в процессе движения

В соответствии с техническим заданием необходимо разработать конструкцию установки для нажатия на педаль при испытании тормозной системы и прокачки гидравлического привода.

Предполагается два варианта компоновки установки: изготовление устройства с возможностью крепления его за рулевое колесо и крепление за водительское сиденье. По первому варианту пневмоцилиндр при помощи трубы фиксируется за рулевое колесо, образуя угол, более способствующий прокачиванию тормозной системы. По второму варианту пневмоцилиндр упирается за крепления водительского сиденья.

Преимуществом первого варианта является возможность более надежной фиксации установки на рулевом колесе и тормозной педали, угол который образуется в результате установки, способствует надежному соединению и удобству прокачивания тормозной системы, но это может привести к деформации рулевого колеса, в случае если нагрузки превышают допустимые.

Второй вариант, возникают сложности её фиксации за водительское сиденье. На основании этого более приемлемым вариантом можно считать исполнение крепления установки за рулевое колесо.

Фиксация опорной трубы на рулевом колесе осуществляется с помощью захватов. Верхнее опорное крепление сделать неподвижным при помощи сварки.

Нижний фиксатор сделать подвижным относительно оси опорной трубы и для быстроты крепления закрепить при помощи гайки-барашек.

Пневмоцилиндр имеет задний сферический шарнир для обеспечения вращения и связан с опорной трубой при помощи кронштейна и закреплен гайкой-барашек для удобства.

На конце штока имеется резьба, для соединения со стержнем и трубкой.

Стержень и трубка имеют разные диаметры и могут перемещаться относительно друг друга, на них высверлить отверстия необходимые для их фиксации в определенном положении при помощи болтов и гаек.

На конце трубка соединяется с педальной насадкой, которая навешивается на педаль тормоза. Педальная насадка имеет форму крюка и имеет две проушины для соединения. Она должна удобно и надежно насаживаться на тормозной педали.

Для обеспечения надежной и бесперебойной работы пневмосистемы, необходимо использовать регулятор давления со встроенным фильтром. Пневмоцилиндр двухстороннего действия (с демпфированием в обе стороны) с максимальным усилием 40 кг и ходом штока 200 мм.

Управление потоком воздуха производится с помощью пневмораспределителя с ручным управлением, находящегося непосредственно у слесаря выполняющего прокачку тормозной системы.

«Стенд (рисунок 5,6) содержит основание 1, привод 2 управляемых колес 3, связанный с разжимными роликами 4, опорные измерительные барабаны 5 с опорными роликами 6, установленные на осях 7 с возможностью вращения, и зажимы 8 для фиксации балки управляемого моста. Разжимные ролики 4 установлены с возможностью контактирования с внутренними боковыми

поверхностями управляемых колес 3 и кинематически связаны с устройством 9 для перемещения привода 2 управляемых колес 3 в плоскости, параллельной основанию 1 стенда. Опорные ролики 6 установлены на осях 10 с возможностью вращения в плоскости, проходящей через оси 7 барабанов 5.» [10]

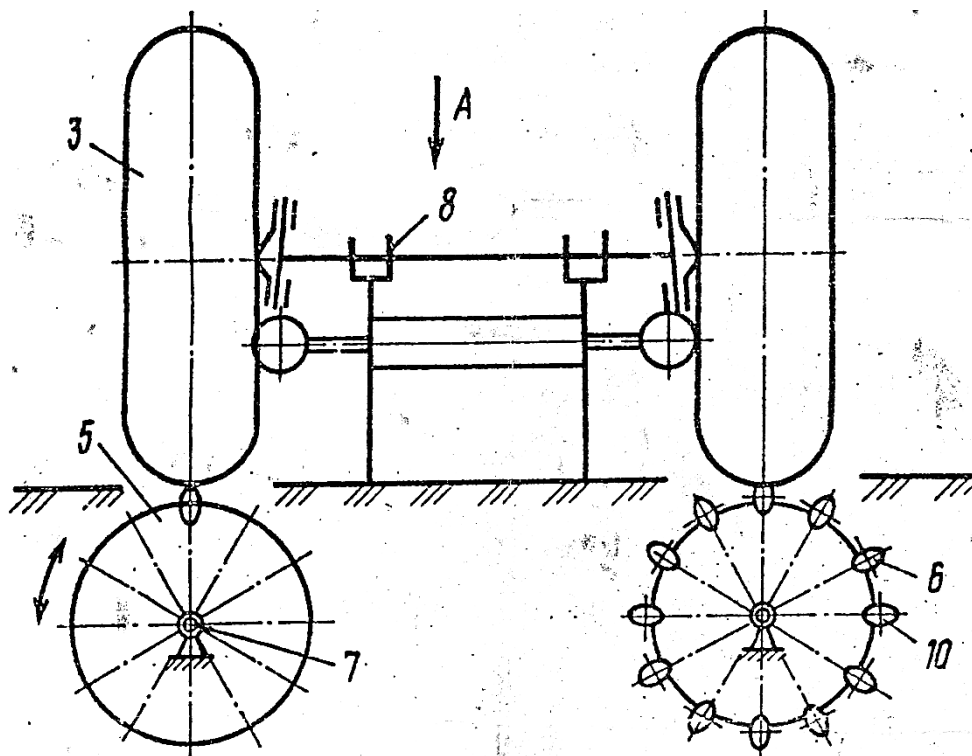


Рисунок 5 - Кинематическая схема стенда

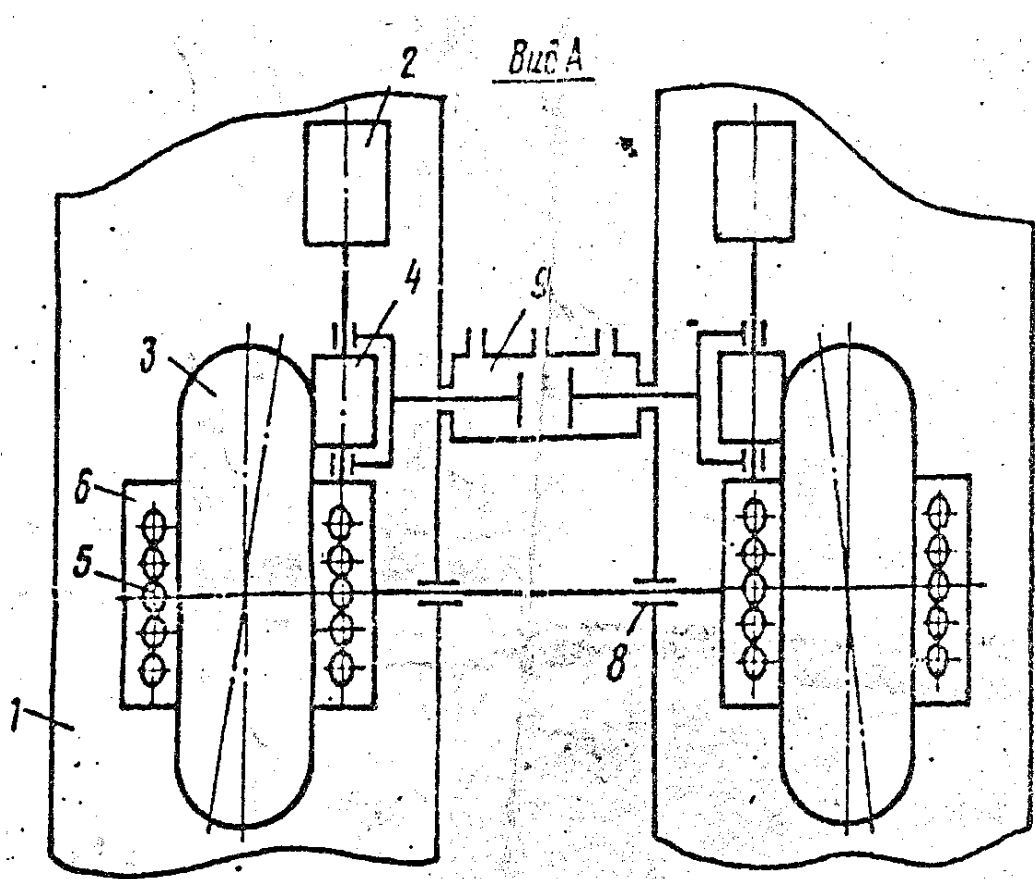


Рисунок 6 - Кинематическая схема стенда

«Автомобиль с технически исправным управляемым мостом и нормальной величиной давления воздуха в шинах подается по беговой дорожке на барабаны 5 так, чтобы середина беговой дорожки шины совпадала с продольной осью барабана 5 в вертикальной плоскости. С помощью зажимов 8 закрепляется балка управляемого моста. Колеса 3 устанавливаются в положение, соответствующее прямолинейному движению автомобиля. Включают устройство 9 для перемещения привода 2 с разжимными роликами 4 в сторону боковых колес 3. Усилие, создаваемое в месте контакта роликов 4, способствует развертыванию по расходящим дугам левого и правого управляемых колес 3 спереди оси управляемого моста. Одновременно включают привод 2 управляемых колес 3, которые начинают вращаться с частотой, соответствующей скорости движения

автомобиля 25 км/ч. Если угол схождения колес 3 находится в пределах допустимых значений, барабан 5 не вращается. Вращаются только ролики 6, непосредственно контактирующие с беговой дорожкой шины колеса 3. Если угол схождения находится за пределами допустимых величин, плоскость вращения управляемых колес 3 по отношению к продольной оси 7 барабана 5 находится под каким-то углом, из-за чего ролики 6, вращаясь на осях 10, сообщают барабану 5 вращательное движение.» [18]

Стенд данной конструкции обеспечивает высокую точность измерений, но является технически сложно исполнимым и трудоемким (малопроизводительным) в эксплуатации:

- необходима строгая ориентация колес автомобиля 3 (рисунок 5,6) над осью 7 опорных измерительных барабанов 5, что, во-первых практически невозможно, а во-вторых исключает возможность использования данного стенда для автомобилей других марок - с другим «межколесным» расстоянием;
- необходимо использование гидро- или пневмопривода для равномерного распределения усилия через устройство 9 на ролики 4 и далее на внутренние боковые поверхности управляемых колес 3;
- наличие двух независимых приводов 2 управляемых колес 3;
- необходима фиксация балки управляемого моста зажимами 8.

На сегодняшний день довольно часто встречается ручной способ определения схождения передних колес (рисунок 7) , который заключается в следующем: автомобиль устанавливают на смотровую канаву. Линейку устанавливают перед передним мостом между ободами колес горизонтально на высоте, соответствующей длине имеющихся на ней отвесов. Место замера (положение I) на ободах колес отмечают мелом, затем автомобиль перекачивают вперед, линейку ставят позади переднего моста на той же высоте. Под действием пружины подвижная труба передвинется (положение II) и указатель покажет на шкале величину схождения.

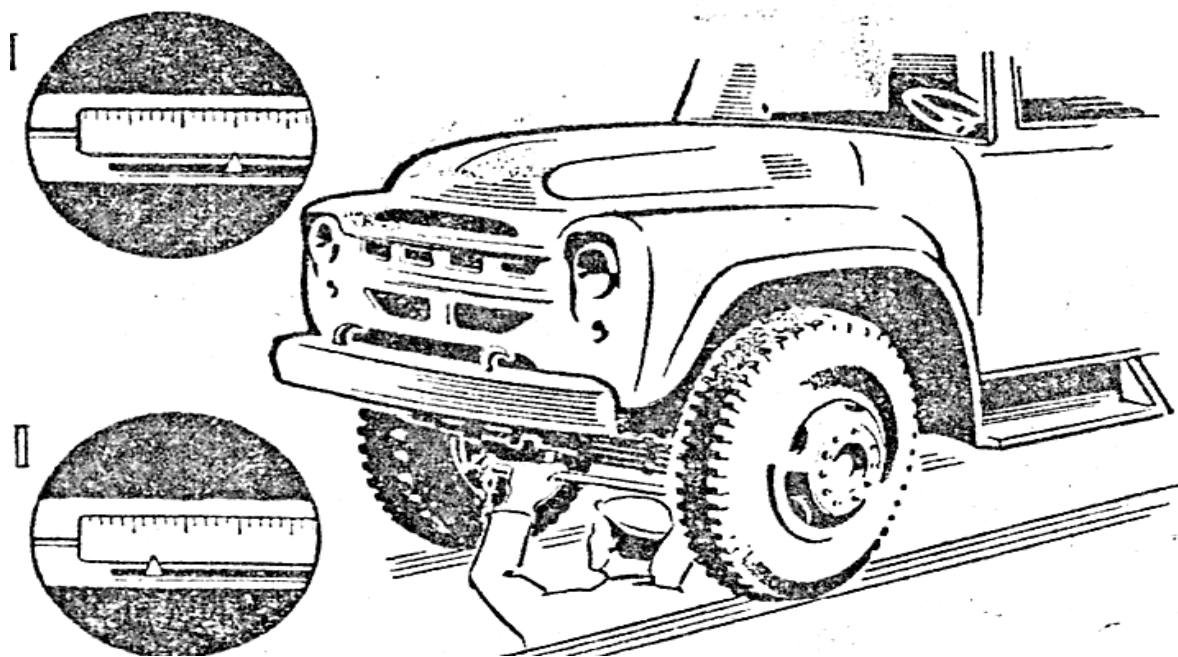


Рисунок 7 - Проверка схождения передних колес автомобиля

Данный способ не требует применения дорогостоящего оборудования, но при этом является неточным, малопроизводительным и на сегодняшний день примитивным методом, требующим применение только ручного труда.

К стандам для определения состояния установки управляемых колес за счет критерия оценки увода каждого из управляемых колес автомобиля, используя боковую силу, создаваемую колесом в процессе движения в полной мере можно отнести станды, разработанные рядом организаций, предприятий и изобретателей: СКНИБ Минавтошосдора ЛССР, Пушкинской ГАТП Московской обл., инженером Каменевым В.Д. и др. Они могут применяться только для диагностики легковых автомобилей и грузовиков малой и средней грузоподъемности. Схема станда с двумя параллельными барабанами под каждое из управляемых колес автомобиля приведена на рисунке 8.

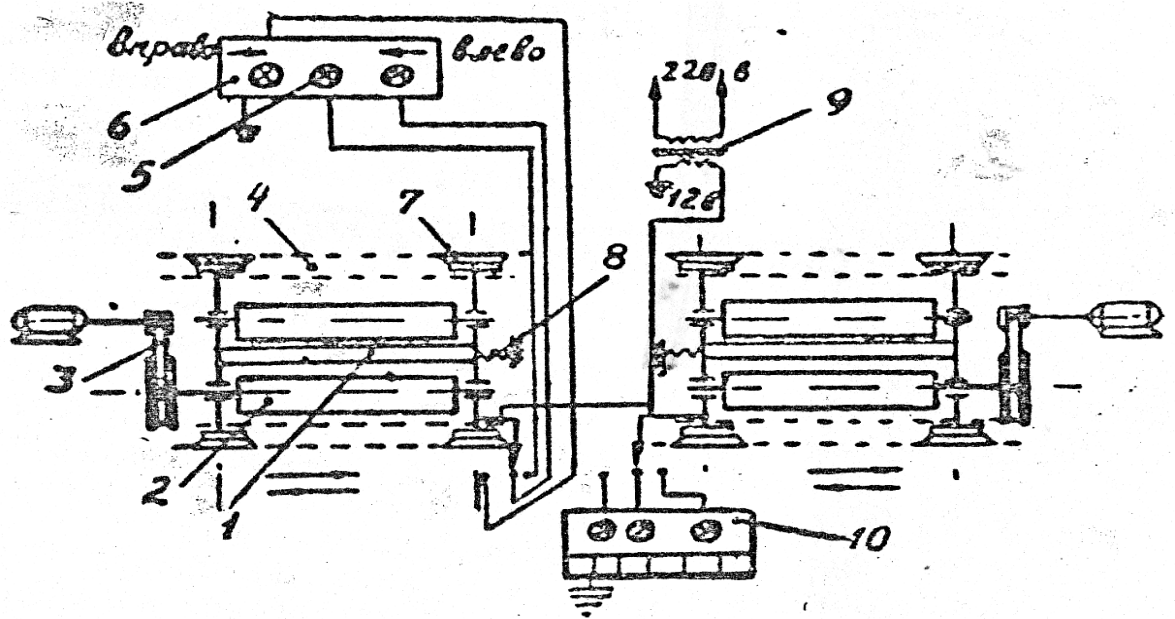


Рисунок 8 - Стенд с барабанами на подвижных каретках.

Его секции имеют автономные приводы барабанов. Рама 1 с помощью катков 7 может передвигаться по направляющим 4, расположенным в поперечном направлении к продольной оси стенда. На раме в шариковых подшипниках находятся валы барабанов, кинематически связанных с электродвигателем с помощью ременной передачи 3. Нейтральное положение кареток (секций) фиксируется пружинами 8. Привод обеспечивает вращение барабанов с постоянной скоростью.

Стенд имеет пульт 10 и отдельно контрольный щиток 6. Этот щиток оборудован указателями «влево» и «вправо», а также сигнальной лампочкой 5, которая загорается при необходимом положении левого колеса на барабанах левой каретки. На пульте расположены органы управления стендом и сигнальные лампочки разного цвета. Каждая из них загорается при определенных значениях: чрезмерное схождение, нормальное схождение и расхождение (положение, обратное схождению).

Контроль установки управляемых колес на этом стенде проводится следующим образом. Автомобиль устанавливается передними колесами на барабаны кареток и крепится за балку оси специальным захватом. Поворотом

руля левое колесо устанавливается так, чтобы при его вращении отсутствовала боковая сила. В этом случае на барабаны правой каретки будет действовать боковая сила, которая их сместит в ту или другую сторону, в зависимости от установки колес. В связи с этим загорится соответствующая сигнальная лампочка. На работающем стенде добиваются (поворачиванием рулевой тяги) такого положения, чтобы боковая сила стала минимальной. При достижении правильного схождения управляемых колес одновременно загораются контрольные лампочки на щитке и пульте стенда.

Стенд данной конструкции обеспечивает высокую точность измерений, позволяет добиться минимальной (требуемой) величины схождения управляемых колес, исключив их расхождение. Не требует строгой ориентации управляемых колес в определенном положении за счет применения барабанов 2 (рисунок 8) на подвижных каретках 1, что позволяет использовать данный стенд для разных марок автомобилей.

Но стенд является технически сложным:

- силовой метод измерения бокового увода колеса, требующий сложной обработки полученных данных и сопоставления их с заданными параметрами (паспортные (рекомендуемые) данные по схождению управляемых колес);
- наличие двух независимых приводов для вращения управляемых колес;
- необходима фиксация балки управляемого моста специальными зажимами.

Учитывая требования технического задания, предлагается следующий вариант конструкции диагностического стенда для определения состояния установки управляемых колес за счет критерия оценки увода каждого из управляемых колес автомобиля, используя боковую силу, создаваемую колесом в процессе движения:

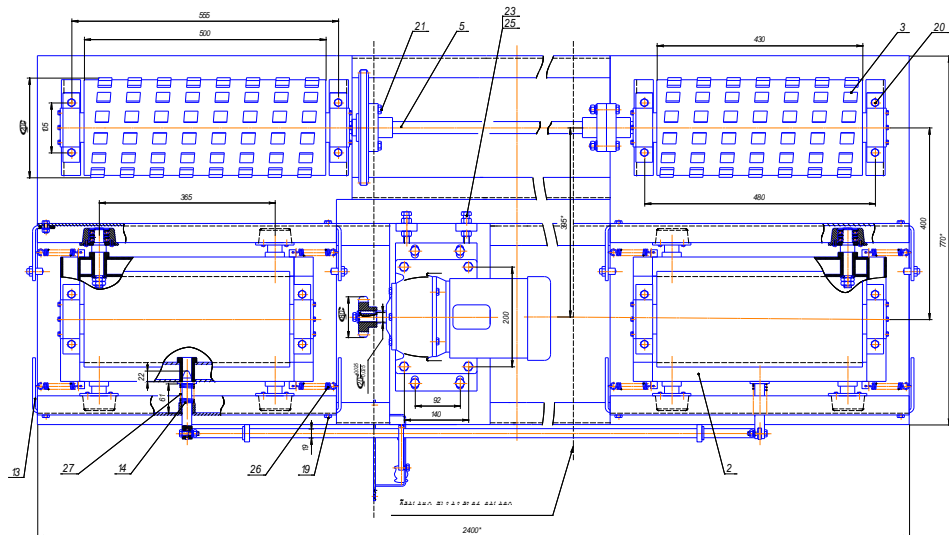


Рисунок 9 – Предложенная конструкция стенда

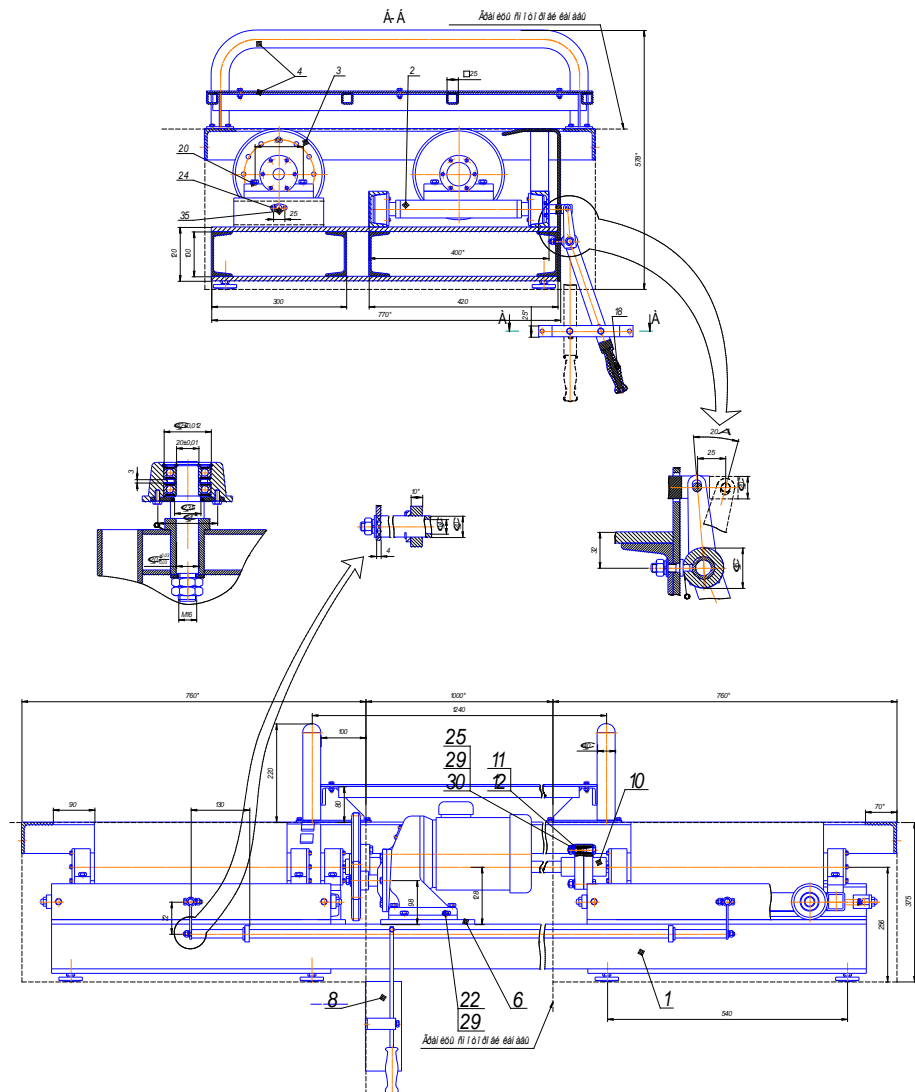


Рисунок 10 – Схема конструкции

В предложенной схеме (рисунок 9,10) данной конструкции поставленная цель достигается следующим:

- стенд сконструирован т.о., что вращение управляемых колес автомобиля осуществляется при помощи одного приводного устройства 6 через цепную передачу и разборный общий вал 5 приводных барабанов 3;
- конструкция стенда предусматривает обслуживание разных типов автомобилей с разным «межколесным» расстоянием т.к. используются плоские и достаточно широкие барабаны 3;
- конструкция стенда не предусматривает наличие дополнительных механизмов для фиксации балки управляемого моста, но вместо этого внедрен стопорный механизм (14,15,27), подвижных кареток 2, что значительно сокращает операционное время обслуживания автомобиля, тем самым повышая производительность стенда в целом;
- конструкцией стенда предусмотрено две независимых друг от друга подвижных (подпружиненных) каретки 2 под каждое управляемое колесо, что позволяет наиболее точно оценить состояние установки каждого управляемого колеса диагностируемого автомобиля;
- помимо этого в разработанной конструкции широко внедрены стандартные изделия (мотор-редуктор, подшипники качения, цепная передача, стальной прокат стандартного профиля, и др.), в целом стенд отличается простотой конструкции по сравнению с приведенными выше аналогами, что также сокращает расходы и время на его изготовление, и имеет положительное влияние на процесс его эксплуатации и обслуживания;
- для исключения лишних действий оператора стенда, пульт и рычаги управления размещены в смотровой канаве;
- для исключения съезда колеса со стенда при зафиксированных подвижных каретках, предусмотрено ограждение 4, на котором размещены элементы крепления защитной крышки.

3.3 Конструкторские расчеты

Определение основных параметров диагностического стенда.

а) Ширина барабана.

Определяется по формуле:

$$l_{\bar{o}} = \frac{K_H - K_B}{2} + a, \quad (2)$$

где: K_H и K_B – величины наружной и внутренней колеи автомобиля, мм;

a – величина, учитывающая тип автомобиля.

$$K_H = 2500 \text{ мм}$$

$$K_B = 1500 \text{ мм}$$

$$a = 100 \text{ мм [2, стр.57].}$$

Тогда:

$$l_{\bar{o}} = \frac{2260 - 1600}{2} + 100 = 430 \text{ мм.}$$

б) Диаметр барабана.

$$d_{\bar{o}} \geq 0,2 \cdot d_K, \quad (3)$$

где: d_K – диаметр колеса автомобиля, мм;

$$d_K = 1000 \text{ мм}$$

Тогда:

$$d_{\bar{o}} \geq 0,2 \cdot 1000 \geq 200 \text{ мм.}$$

в) Расстояние между осями барабанов.

Определяется по формуле:

$$l = (r_K + r_B) \cdot \frac{\varphi}{\sqrt{1 + \varphi^2}}, \quad (4)$$

где: r_K и r_B – величины радиусов колеса автомобиля и барабана стенда, мм;

φ – коэффициент сцепления шины с поверхностью барабана.

$$r_K = 500 \text{ мм};$$

$$r_B = 100 \text{ мм};$$

$\varphi = 0,73$ – для барабана с фасонной поверхностью.

Тогда:

$$l = (500 + 100) \cdot \frac{0,73}{\sqrt{1 + 0,73^2}} = 353,76 \text{ мм}.$$

Окончательно принимается межосевое расстояние 400 мм.

г) Частота вращения барабанов на стенде.

Определяется по формуле:

$$n_B = \frac{30 \cdot V_a}{\pi \cdot r_B}, \quad (5)$$

где: r_B – величина радиуса барабана стенда, мм;

V_a – скорость вращения колес автомобиля на стенде, км/ч

$$r_B = 100 \text{ мм};$$

$$V_a = 2,3 \text{ км/ч},$$

Тогда:

$$n_B = \frac{30 \cdot 2,3 \cdot 1000}{3,14 \cdot 0,1 \cdot 60 \cdot 60} = 61,3 \text{ мин}^{-1}.$$

д) Максимальная тяговая сила на колесе для определения мощности привода стенда.

Определяется по формуле:

$$D_{\tau_{i\ddot{o}}} = G \cdot \varphi \cdot \sin \alpha, \quad (6)$$

где: G – максимальный вес, приходящийся на приводимую одним приводом пару роликов, кг;

φ – коэффициент сцепления шины с поверхностью барабана;

α – угол отклонения оси ролика стенда от оси колеса.

$\varphi = 0,73$ – для барабана с фасонной поверхностью,

$\alpha = 20,59^\circ$ – определяется графически для выбранных диаметров ролика и данного диаметра колеса,

$G = 3650$ кг – для самой нагруженной (передней) оси

Тогда:

$$D_{\tau_{i\alpha\sigma}} = 3650 \cdot 0,73 \cdot \sin 20,59^\circ = 937 \text{ кг.}$$

е) Мощность электродвигателя

Определяется по формуле:

$$N = \frac{P_{\tau_{max}} \cdot V_a}{270 \cdot 1,36} \quad (7)$$

где: V_a – скорость вращения колес автомобиля на стенде, км/ч.

$V_a = 2,3$ км/ч,

$D_{\tau_{i\alpha\sigma}} = 937$ кг.

Тогда:

$$N = \frac{937 \cdot 2,3}{270 \cdot 1,36} = 2,18 \text{ кВт.}$$

По найденному значению мощности при расчете трансмиссии по каталожным данным подбираем двигатель мощностью $N_{дв} = 2,2$ кВт.

Расчет трансмиссии (редуктора привода) и разбивка его по ступеням.

Найдем общее передаточное отношение трансмиссии стенда.

$$u = \frac{n_{\partial\sigma}}{n_B}; \quad (8)$$

где: $n_B = 61,3$ (мин⁻¹) – частота вращения выходного звена (барабана),

$n_{\text{де}} = 1000$ (мин⁻¹) – принятая частота вращения приводного электродвигателя.

Тогда:

$$u = \frac{1000}{61,3} = 16,31 \approx 16.$$

Найти редуктор со столь большим передаточным отношением не представляется возможным, а изготовление редуктора в условиях АТП нецелесообразно, поэтому передаточное отношение будет обеспечиваться зубчатый мотор-редуктором и цепной передачей.

При расчете цепной передаче рекомендуется принимать передаточной число одной ступени более 7. Принимаем к расчету передаточное число цепной передачи, равное 5.

Частота вращения определится исходя из величины значения передаточного числа между мотор-редуктором и выходным звеном (барабаном), определяется по формуле:

$$n_p = n_B \cdot u_{\text{ц}}; \quad (9)$$

где: $u_{\text{ц}} = 5$ – принятое передаточное отношение зубчатой пары маховик-шестерня стартера,

$n_B = 61,3$ (мин⁻¹) – частота вращения выходного звена (барабана).

Тогда:

$$n_p = 61,3 \cdot 5 = 306 \text{ мин}^{-1}.$$

Крутящий момент на барабане стенда определится из формулы:

$$M_{\text{кр}} = P_{\tau_{\text{max}}} \cdot r_B, \quad (10)$$

$r_B = 100$ мм;

$P_{\tau_{\text{max}}} = 775,73$ кг;

$$M_{\text{кр}} = 773 \cdot 0,1 = 97,3 \text{ кг/м.}$$

Учитывая передаточное отношение промежуточной пары маховик-шестерня стартера, определяется окончательно крутящий момент мотор-редуктора:

$$\dot{I}_\delta = \frac{\dot{I}_{\delta\delta}}{u_\delta} = \frac{97,3}{5} = 19,46 \text{ кг/м} \quad (11)$$

Согласно выбираем цилиндрический одноступенчатый мотор-редуктор типа МЦ по ГОСТ 20754-75, обеспечивающий вращение выходного вала в любую сторону, с межосевым расстоянием 63 мм, с допустимым крутящим моментом на выходном валу 21,5 кгс · м, с цилиндрическим концом (Ц), климатического исполнения У, категории размещения 3.

Условное обозначение выбранного мотор-редуктора:

Мотор-редуктор МЦ-63-355 ЦУЗ ГОСТ 20754-75.

После подбора мотор-редуктора корректируем передаточные числа остальных звеньев трансмиссии:

$$u = \frac{950}{61,3} = 15,49 \approx 15,5.$$

$$u_{Ц} = \frac{M_{kp}}{M_p} \quad (12)$$

Тогда:

$$u_{Ц} = \frac{77,6}{15,52} = 5,0.$$

В итоге принимаем конструкцию редуктора привода, состоящую из мотор-редуктора стандартной и цепной передачи.

Проектный расчет цепной передачи.

Подбор и определение числа зубьев z_1 ведущей звездочки.

$z_1 = 20$ – для передаточного числа передачи, $i = 5$.

Подбор и определение числа зубьев z_2 ведомой звездочки.

$$z_2 = z_1 \cdot i = 20 \cdot 5 = 100.$$

Определение шага цепи.

$$t = \frac{4760}{\sqrt[3]{n_1^2 \cdot z_1}} = \frac{4760}{\sqrt[3]{355^2 \cdot 20}} = 34,97 \text{ мм}, \quad (13)$$

где: $n_1 = 355$ (мин⁻¹) – частота вращения частота вращения меньшей ведущей звездочки.

Полученное значение округляют по ближайшему значению ГОСТ

$$t = 31,75 \text{ мм}$$

Скорость движения цепи.

$$v = \frac{z_1 \cdot t \cdot n_1}{1000 \cdot 60} = \frac{20 \cdot 31,75 \cdot 355}{1000 \cdot 60} = 3,75 \text{ м/сек.}$$

Полученное значение сравнивают v с v_{\max} , полученной по формуле:

$$v_{\max} = 7,3 \sqrt{\frac{z_1}{t}} = 7,3 \sqrt{\frac{20}{31,75}} = 5,79 \text{ м/сек.}$$

$v \leq v_{\max}$, $3,75 \leq 5,79$, условие ограничения эффекта удара выполнено.

Определение общего усилия натяжения цепи.

$$P_{об} = P + P_{ц} + P_f, \text{ кг}$$

где: $P = \frac{75 \cdot N}{v} = \frac{75 \cdot 2,2}{3,75} = 44$ кг – полезная нагрузка (окружное

усилие).

$$P_f = \kappa_f \cdot q \cdot l = 2,5 \cdot 3,49 \cdot 0,3 = 2,617 \text{ – натяжение от провисания цепи.}$$

где: $\kappa_f = 2,5$ – коэффициент провисания,

$q = 3,49$ кг – вес одного погонного метра цепи,

$l = 0,3$ м – расстояние между осями звездочек цепи, задается.

$P_{ц}$ не учитывается, так как скорость передвижения цепи в нашем случае меньше 5 м/с.

Тогда:

$$P_{об} = 44 + 2,617 = 46,617 \text{ кг.}$$

Проверка износостойкости цепи.

$$P_{изн} = \frac{[p] \cdot A}{K_3}, \text{ кг} \quad (14)$$

где: P - полезная наибольшая нагрузка, допускаемая износостойкостью её шарниров,

$[p] = 2,49$ - допускаемое удельное давление шарнире звена цепи.

$$A = d_2 \cdot l_{см}, \text{ мм}^2 \quad (15)$$

где: A - характеристика втулочно-роликовой цепи,

$d_2 = 9$ - диаметр ролика,

$$l_{см} = c_6 + 2 \cdot s, \text{ мм} \quad (16)$$

где: $c_6 = 20$ - расстояние между внутренними пластинами,

$s = 4$ мм - толщина пластины.

Тогда:

$$l_{см} = 20 + 2 \cdot 4 = 28 \text{ мм},$$

Тогда:

$$A = 9 \cdot 28 = 252 \text{ мм}^2,$$

$K_3 = 1$ - коэффициент, учитывающий условия эксплуатации цепи,

Тогда:

$$P_{изн} = \frac{2,49 \cdot 252}{1,0} = 627,48 \text{ кг}.$$

Условие износостойкости:

$$P_{изн} \geq P_{об}, \quad 627,48 \geq 46,617.$$

Условие выполняется.

Запас прочности по разрушающей нагрузке.

$$K = \frac{Q}{P_{об}}, \quad (17)$$

где: $Q = 4300$ кг - предельная нагрузка при разрыве,

$P_{об} = 46,617$ кг - общее усилие натяжения цепи.

Тогда:

$$\kappa = \frac{4300}{46,617} = 92,24.$$

Определение нагрузки на валы.

$$S_B = \kappa_B \cdot P, \text{ кг} \quad (18)$$

где: $\kappa_B = 1,15$ – коэффициент нагрузки вала,

$P = 44$ кг – полезная нагрузка (окружное усилие).

Тогда: $S_B = 1,15 \cdot 44 = 50,6$ кг.

3.4 Технические характеристики

Масса станда - 864 кг.

Габариты станда:

- длина - 2400 мм;
- ширина - 770 мм;
- высота - 578 мм.

Скорость вращения приводных роликов - не более 2,5 км/ч.

Тип мотор-редуктора - цилиндрический одноступенчатый МЦ.

Потребляемая мощность - 2,2 кВт.

Частота вращения выходного вала редуктора - 355 мин.

Межосевое расстояние редуктора - 63 мм.

Передаточное отношение трансмиссии станда - 15,5.

Вывод: в разделе представлено техническое задание на разработку станда для экспресс – диагностики УУУК автомобиля, на основе выбранного аналога было рассмотрено техническое предложение и разработана конструкция станда, проведены необходимые расчеты. Разработанная конструкция отвечает требованиям технического задания.

4 Технологический процесс контроля углов установки управляемых колес

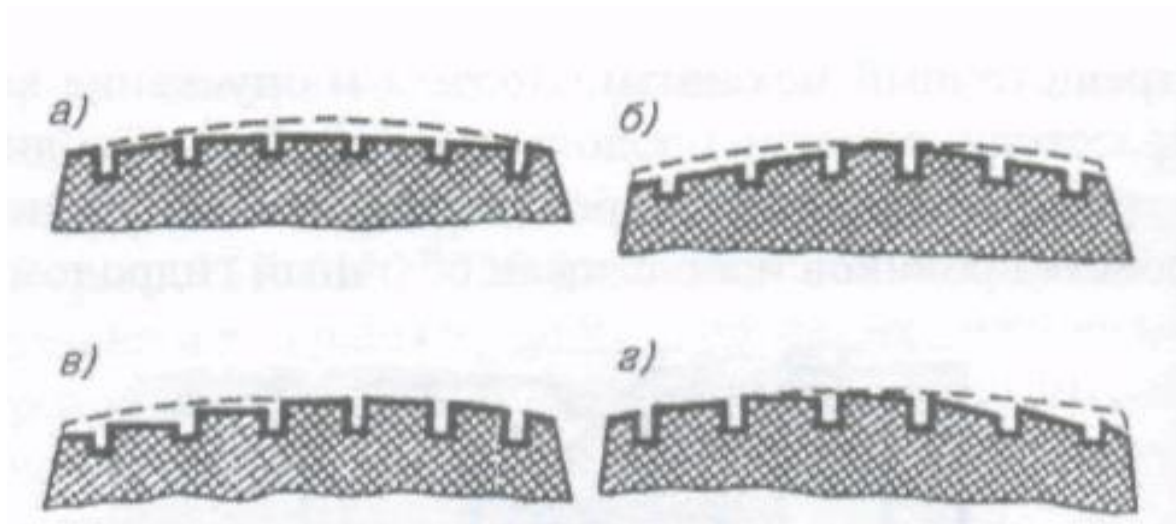
4.1 Контроль углов установки управляемых колес

«Передние управляемые колеса автомобилей должны устанавливаться с определенными углами развала и схождения колес (на практике иногда вместо углов схождения используют линейное значение схождения - разность расстояний A и B (рисунок 11), замеренную в горизонтальной плоскости), что обеспечивает облегчение управления автомобилем (особенно на больших скоростях движения), снижает динамические нагрузки на узлы и детали переднего моста и интенсивность изнашивания шин (рисунок 12).»[21]



а - схема углов развала колес и углов поперечного наклона шкворня; б - схема замера схождения колес; в - схема угла продольного наклона шкворня

Рисунок 11 - Схема установки управляемых колес автомобиля.



а - с повышенным давлением; б - с пониженным давлением; в - с нарушением схождения колес; г - при нарушении развала колес

Рисунок 12 - Изнашивание шин от состояния колес.

«Угол схождения колес для легковых автомобилей составляет от $+20'$ до $+1^\circ$, а линейное значение от 1 до 4 мм. Угол развала колеблется от $-30'$ до $+45'$. Угол поперечного наклона шкворня составляет от $5^\circ 30'$ до 6° , а продольного от 0 до 3° .

Для грузовых автомобилей линейное схождение составляет от 1,5 до 12 мм. Угол развала колес обычно 1° . Поперечный угол наклона шкворня для большинства моделей - 8° , продольный - от $1,25$ до 3° .» [4]

«Контроль и установку управляемых колес легковых автомобилей производят на специализированных постах на осмотровых канавах (рисунок 13) широкого типа, оснащенных подъемником для вывешивания мостов, или на четырехстоечных подъемниках с подъемными рамами колейного типа. И в том и в другом случае, они оснащены соответствующими контрольно-измерительными приборами и различными дополнительными приспособлениями и, в целом, называются стендами для контроля и регулировки углов установки колес. Стенд модели К-111 (рисунок 14) предназначен для проверки параметров установки передних колес легковых

автомобилей - развала, схождения, соотношения углов поворота колес, поперечного и продольного наклона шкворней, а также для контроля положения задних колес относительно передних.» [1]

«При повороте левого колеса влево на 20° , правое колесо должно повернуться на меньший нормативный угол. В противном случае необходимо произвести регулировку изменением длины правой тяги, вращением регулировочной втулки 2 (рисунок 15), при ослабленных хомутах 3. После получения положительного результата, приступают к проверке углов развала колес и наклона шкворня (продольного и поперечного, которые носят информационный характер о состоянии подвески и не регулируются). При отклонении от нормы углов развала колес, производят их регулировку. На большинстве легковых автомобилей отечественного производства, она проводится изменением количества регулировочных прокладок 2 и 1, в результате чего меняется положение верхнего рычага стойки подвески.» [9]

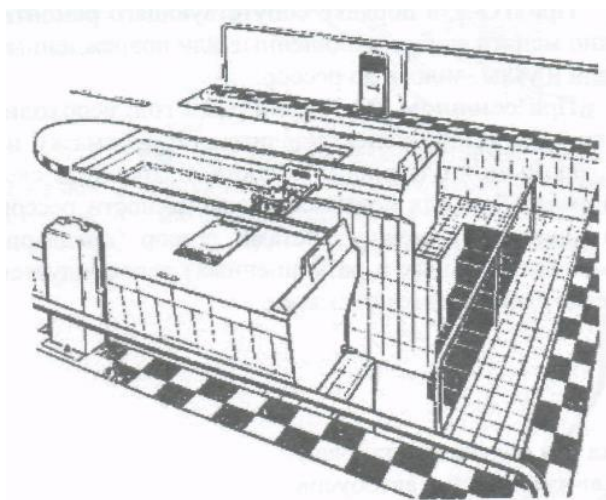


Рисунок 13 - Специализированный пост для контроля и регулировки углов установки колес легковых автомобилей на осмотровой канаве

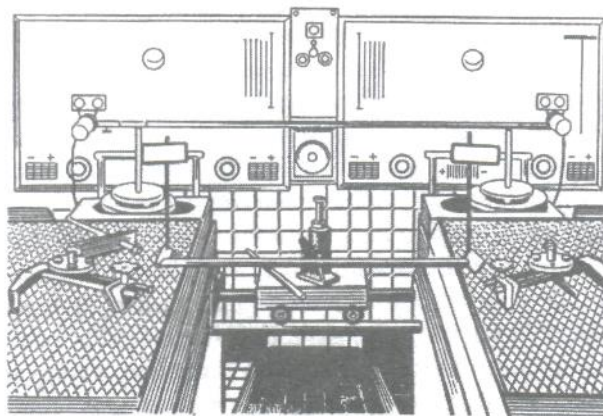


Рисунок 14 - Стенд для контроля и регулировки углов установки колес легковых автомобилей К-111

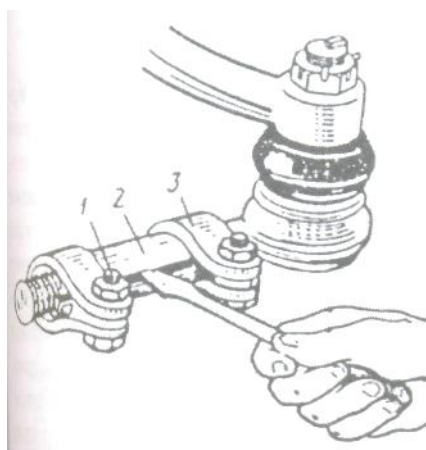
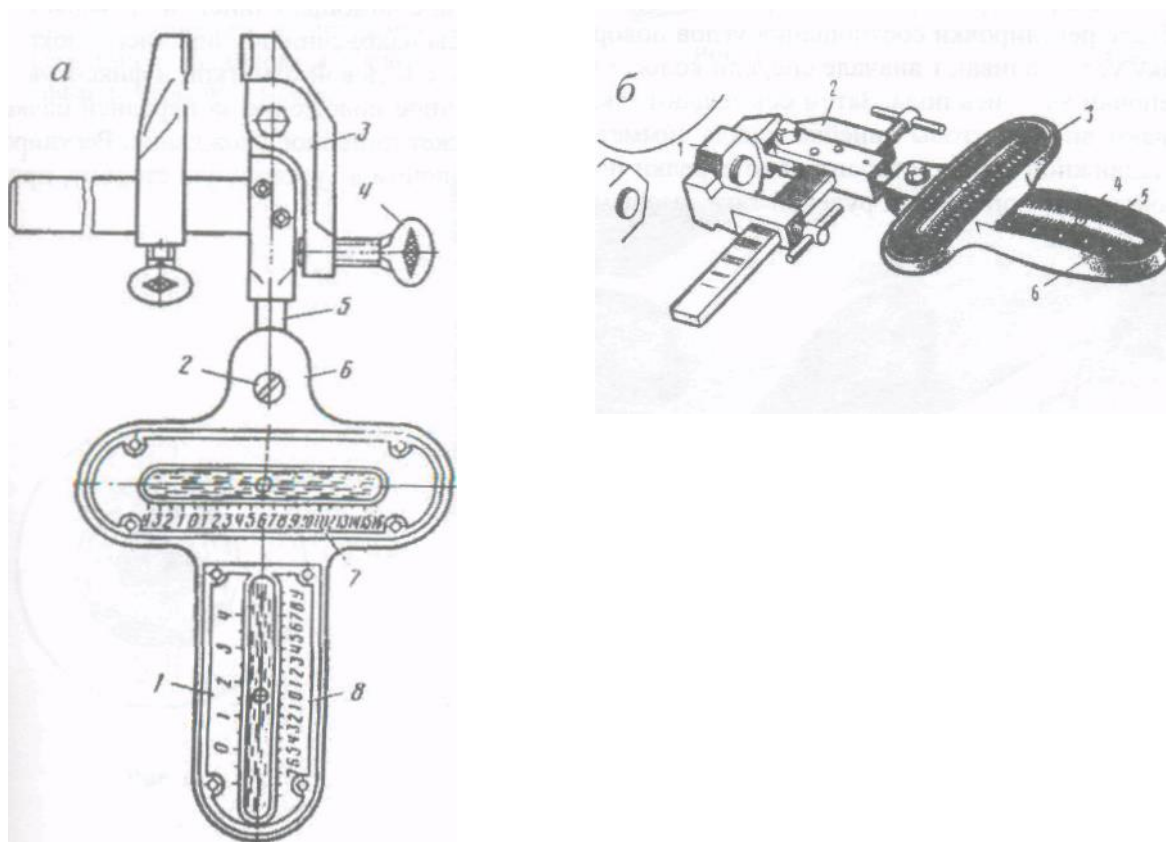


Рисунок 15 - Изменение длины боковой тяги при регулировке схождения колес и соотношения углов поворота

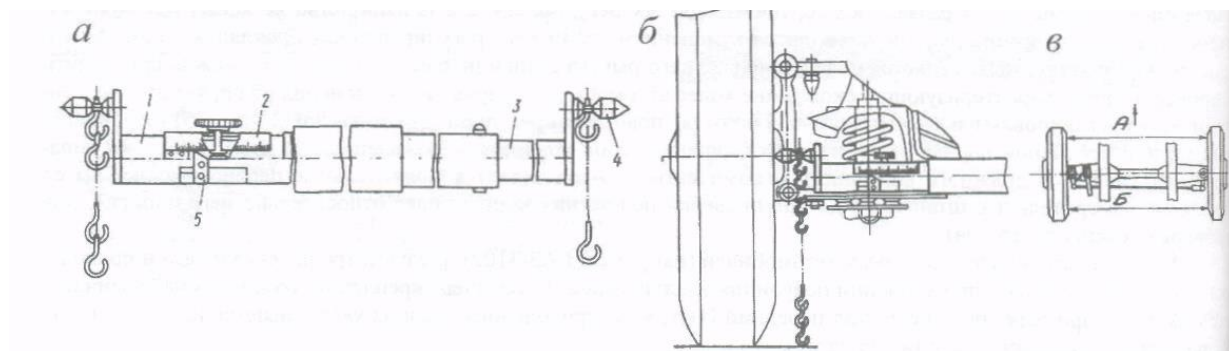
«Проверка геометрии установки передних управляемых колес грузовых автомобилей и автобусов производится обычно с помощью переносных приборов (специальных постов, как для легковых автомобилей, для этого не оборудуют). Проверка углов развала и наклона шкворня производится прибором модели М-2142 (рисунок 16). Помимо ватерпаса с механизмом крепления в комплект входят измерители углов поворота колес, состоящие из двух ящиков с градуированными шкалами и двух указателей с

установочными стержнями со скобами и указательными стрелками. Для облегчения поворота колес автомобиля в ходе проверки, в комплекте прибора имеются опорно-поворотные диски (аналогичные, как и для легковых автомобилей). Для замера схождения колес используют специальные телескопические линейки мод. 2182 (рисунок 17), с установочными штырями 4, подвижной трубой 1, шкалой 2 и стрелкой 5, с цепочками-указателями уровня замера.» [15]



а — ватерпас прибора; б - установка прибора на гайке колеса

Рисунок 16 - Прибор для определения углов установки колес М-2142



а — телескопическая линейка; б - установка линейки при замере; в - схема проверки схождения колес

Рисунок 17 - Линейка для проверки схождения передних колес мод. 2182

«После регулировки соотношения углов поворота, с помощью линейки проверяют схождение колес. Линейку устанавливают вначале спереди колес, чтобы наконечники упирались в покрышки возле края обода диска, а цепочки касались пола. Затем совмещают шкалу с нулевой отметкой и фиксируют винтом, а автомобиль перекачивают вперед, чтобы линейка заняла симметричное положение за передней балкой моста - перемещение шкалы подвижной трубы, относительно стрелки покажет линейное схождение. Регулировка схождения производится поворотом поперечной рулевой тяги газовым ключом в ту или иную сторону, при ослабленных болтах наконечников тяги.» [6]

4.2 Основные неисправности ходовой части

«Неисправности рам, кабин и кузовов:

- деформация и перекосы рам грузовых и кузовов легковых автомобилей (нарушение геометрии автомобиля). Может привести к ухудшению устойчивости автомобиля при движении на дороге ("увод" в сторону, занос), к повышенному износу протектора шин и т.д.;

- деформация, скручивание или образование трещин на несущих элементах рам и кузовов (лонжероны, траверсы и т.д.);
- разрушение сварных швов, ослабление крепления заклепок или срыв кронштейнов различного назначения, косынок (обеспечивающих жесткость);
- коррозия днища и других элементов кузовов или рам (с выкрашиванием отдельных участков металлических деталей);
- вмятины, разрывы или трещины поверхностей кабин или кузовов;
- нарушение или старение лакокрасочного покрытия (матирование, многочисленные царапины, отслоения краски и т.д.);
- повреждение петель, крюков, дверных замков, перекося и провисание дверей, капотов, повреждение уплотнений стекол и стеклоподъемников и другой арматуры, повреждение элементов деревянных платформ и бортов, запорных крюков и т.д.» [16]

«Неисправности колес:

- погнутость, вмятины, трещины дисков колес, разрушение сварки на штампованных дисках, неисправность замочных колец;
- разработка отверстий в дисках колес под болты крепления;
- разрушение резьбы на болтах и футорках крепления колес;
- нарушение балансировки колес — приводит к сильному биению колес, особенно передних, при больших скоростях движения;
- установка передних управляемых колес не соответствует условиям ТУ и нормативным значениям - неправильная установка схождения и углов развала колес (при деформации или повышенных износах элементов подвески, включая балки передних мостов, возможно отклонение от нормы поперечного и продольного наклона шкворня);
- нарушение регулировки рулевой трапеции и соотношения углов поворота колес;

- давление в шинах не соответствует нормативному (для конкретных условий эксплуатации) - пониженное давление в шинах приводит к разрушению корда, разрыву боковин, повышенному износу краев протектора, к быстрому выходу из строя камер; повышенное давление снижает комфортность езды, повышает динамическую нагрузку на элементы ходовой части, ускоряет износ средней части протектора;
- повышенный или неравномерный износ протектора, повреждения покрышек - глубина канавок протектора меньше допустимой, наличие "пятнистого" износа, различные повреждения покрышек, в т.ч. сквозные порезы, разрывы, вспучивание и т.д.» [13]

4.3 Технологический процесс контроля углов установки управляемых колес

«На специализированном стенде предполагается проверка увода автомобиля. В колесах автомобиля перед заездом на пост контролируется величина давления. Затем автомобиль заезжает на стенд. После расфиксирования подвижных площадок производится контроль увода автомобиля в соответствии с методикой проведения замера. После формирования отчета об имеющихся неисправностях в ходовой части автомобиля, автомобиль отправляется в зону ТО или ТР, где и осуществляются необходимые ремонтные операции. Затем автомобиль покидает стенд.» [6] Технологическая карта проверки увода представлена в таблице 4.

Таблица 4 - Технологическая карта на проверки увода автомобиля

Наименование операции, перехода	Место выполнения	Исполнитель	Оборудование	Трудоемкость, чел.-мин.	Примечание
Подготовка автомобиля	Пост ожидания	Слесарь 3-го разряда			
1.1. Проверить остаточную высоту рисунка протектора			Измерительный щуп	1,0	Не менее 1,5 мм
1.2. Проверить давление в шинах	-	-	Манометр	0,5	Не менее 2,2 Мпа
Подготовка стенда	Пост диагностики	Мастер-диагност			
2.1. Осмотреть стенд и барабаны				0,5	Наличие масла и влаги на барабанах не допускается
2.2 Включить пульт управления	-	-		0,3	
2.3. Проверить работоспособность стенда	-	-		0,5	Только при каждом новом включении стенда
2.4. Установить автомобиль передними колесами на центр барабанов	-	Водитель-перегонщик		0,5	
Контроль увода автомобиля					
3.1. Расфиксировать подвижные площадки стенда		Слесарь 3-го разряда		0,5	
3.2. Включить стенд		То же		0,5	Пульт управления стендом
3.3 Сделать вывод о соответствии контролируемого параметра		Мастер-диагност		0,5	
Съезд автомобиля	-				
4.1. Произвести фиксирование подвижных площадок стенда	-	Слесарь 3-го разряда		0,5	
4.2. Осуществить съезд автомобиля со стенда		Водитель-перегонщик		0,5	
Итого:				5,8	

Вывод: в разделе подробно рассмотрена работа стенда по экспресс-диагностике УУУК автомобиля, выявлены основные неисправности ходовой части и разработана технологическая карта.

5 Безопасность и экологичность объекта

На данном эскизе (рисунок 18) изображен план участка Д-1 с расстановкой оборудования, с указанной привязкой от основных ограждающих конструкций.

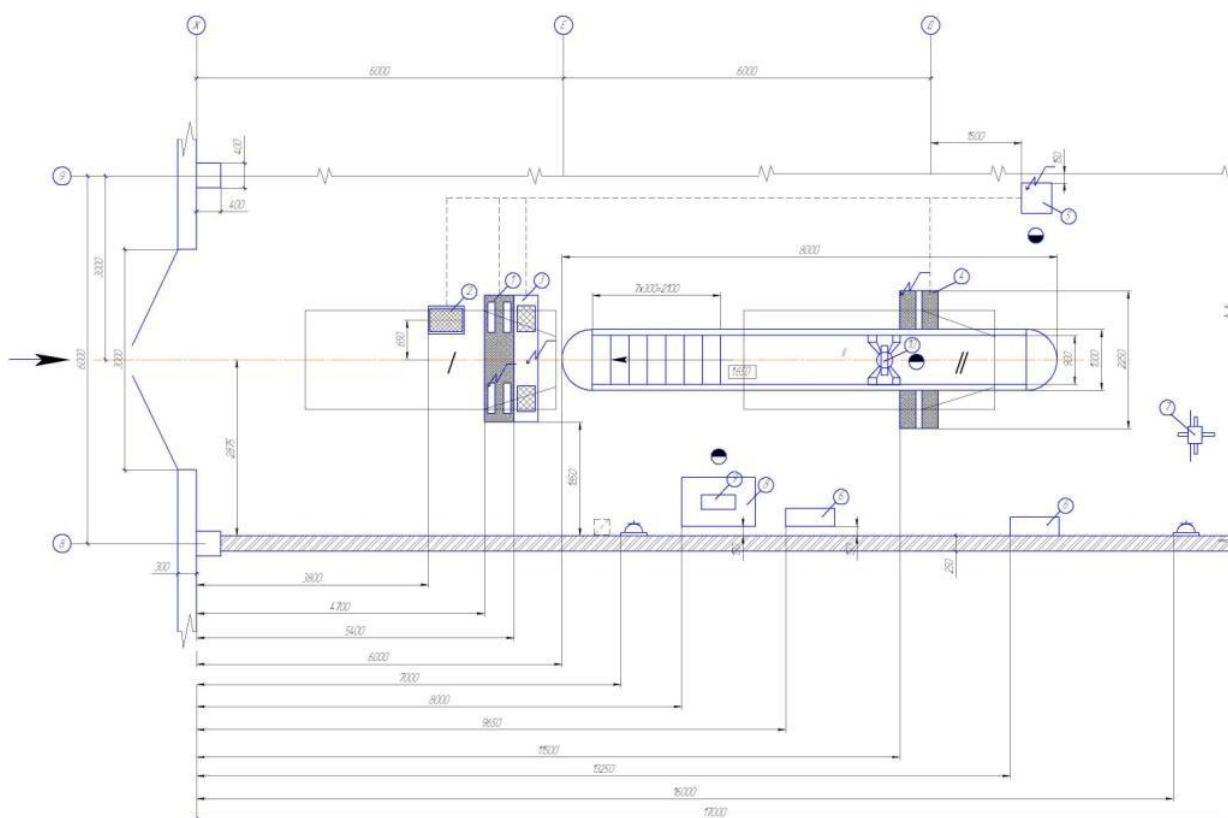


Рисунок 18 – участок Д-1

«Зона диагностирования предназначена для проведения диагностических работ механизмов, обеспечивающих безопасность движения автомобиля. Диагностирование может либо ограничиваться определением годности объекта к дальнейшей эксплуатации, либо определять основные неисправности и включать в себя регулировочные работы с последующим контролем качества их выполнения.» [17]

Опасные и вредные производственные факторы представлены в таблице 5

Таблица 5 – вредные производственные факторы

Наименование ОВПФ	Источник ОВПФ
Физические:	
Движущиеся машины и механизмы.	Тормозной стенд, движущиеся автомобили.
Повышенная загазованность воздуха.	Работающие двигатели автомобилей.
Подвижные части производственного оборудования.	Тормозной стенд
Повышенный уровень шума.	Работающие двигатели автомобилей, тормозной стенд.
Повышенный уровень вибрации.	Тормозной стенд.
Повышенное напряжение электрической цепи.	Все электроприборы, электропроводка.
Химические:	
Общетоксические вещества (свинец, окись углерода).	Работающие двигатели автомобилей.
Раздражающие вещества (окислы азота).	
Канцерогенные вещества (3,4-бенз(а)пирен).	
Мутагенные вещества (свинец).	
Влияющие на репродуктивную функцию (свинец).	
Психофизиологические:	
Физические (статические) перегрузки.	Нахождение в одном положении при регулировке.
Перенапряжение слуха	Шум работающего двигателя.

«К организационным мероприятиям по защите от вредных производственных факторов на участке и предприятии стоит отнести рациональную планировку участка. Участок обкатки располагается отдельно, что позволит уменьшить общее количество испарений непосредственно внутрь помещения ремонта. Над верстаком, где организован процесс зачистки, склейки и других работ с ядовитыми веществами организована вытяжка. Участок гидродробеструйной обработки коленчатых валов также располагается отдельно и оборудуется вытяжкой.» [7]

«Коллективные средства защиты направлены на защиту от поражения электрическим током (защитное заземление), защита от испарения ядовитых веществ и пыли, для чего над соответствующим рабочим местом организуется местная вытяжка.» [17]

«К индивидуальным средствам защиты относятся выдаваемые рабочим перчатки для предотвращения контакта кожных покровов с ядовитыми и едкими веществами, а также респираторы, для снижения воздействия испарений ядовитых веществ.» [4]

«Из электрооборудования на участке располагается стенд для проверки тормозных систем транспортных средств, стенд проверки амортизаторов, стенд контроля состояния передней подвески и рулевого управления, запитываемые от сети промышленного напряжения 380В. Данное оборудование позволяет отнести участок к помещениям с повышенной опасностью. Сеть освещения двухфазная с изолированной нейтралью.» [14]

«Пожаробезопасность участка обеспечивается наличием на участке пожарной сигнализации, включающей датчики тепла и датчики наличия дыма. К первичным средствам пожаротушения на участке относятся огнетушители типа ОУП (огнетушитель углекислотный порошковый), расположенные на стене, а также емкость с песком для присыпания случайно разлитых легковоспламеняющихся жидкостей.» [6]

«АТП оказывает огромное воздействие как на территорию, расположенную вблизи, так и на экологию в целом:

- производственный шум. Источником является работа двигателей подвижного состава, работа компрессорных, строительных, насосных, тепловых и других отделений. Способы борьбы: расположение АТП в ненаселённых (малонаселённых) частях города или за городом;
- увеличение концентрации в воздухе отработавших газов и картерных газов автомобилей и паров бензина в связи с их скоплением на территории АТП. Источником является работа двигателей подвижного состава, работа моторных установок и т.п. Способы борьбы: своевременное ТО, ТР и правильная регулировка систем питания; правильное расположение предприятия относительно розы ветров (преобладающее направление ветра должно быть от населённого пункта). Необходимо правильно организовать

вентиляцию помещений. Учитывая размеры данного АТП можно ограничиться использованием последовательно соединенных сухого и мокрого пылеуловителей;

- выбросы газообразных производственных отходов. Источником является производственные отделения (кузовное, медницко-радиаторное, аккумуляторное, малярное и т.п.). Способы борьбы: установка разнообразных фильтров;

- отработавшее масло. Источником является слитое с автомобилей, производственного оборудования масло, отработавшее свой срок, а также масло, применяемое для работы на постах и в отделениях. Способы борьбы: сбор отработанного масла в специальные резервуары, его отправка на специальные перерабатывающие (утилизирующие) предприятия, где оно подвергается восстановлению либо переработке;

- сточные воды. Источником является производственная вода из зоны ежедневного обслуживания (мойки), отделений, с постов, систем подогрева автомобилей (при их открытом хранении), атмосферные сточные воды и бытовые сточные воды. Способы борьбы: применение замкнутого цикла использования воды. Первичной стадией обработки стоков является процеживание. После процеживания стоки подвергают отстаиванию и отделяют механические частицы центробежным способом.» [4]

Вывод: в разделе представлены основные вредные производственные факторы при работе автотранспортного предприятия, факторы влияющие на безопасность человека и экологическую безопасность. Рассмотрены основные меры для устранения опасных и вредных производственных факторов.

Заключение

В бакалаврской работе разработан стенд для проверки увода автомобиля и произведены конструкторские расчеты его узлов.

В первом разделе произведен анализ технологического состояния автотранспортного предприятия. Осуществлен анализ вредных и опасных производственных факторов на участке диагностики, проработаны вопросы техники безопасности, выполнен расчет искусственного освещения и защитного заземления.

Во втором разделе работы был произведен поиск аналогов и исследования достигнутого уровня техники по разработкам стенда для экспресс-диагностирования состояния УУУК автомобиля. Проведена оценка найденных аналогов и построена циклограмма. По результатам оценки выбран аналог, отвечающий требованиям технического задания.

В третьем разделе на основе выбранного аналога был разработан стенд для экспресс-диагностирования состояния УУУК автомобиля. Разработаны стадии и этапы разработки, сконструирован стенд, проведены необходимые расчеты. Разработанный стенд отвечает требованиям технического задания.

В четвертом разделе разработана технологическая карта для работы на сконструированном стенде.

В пятом разделе рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта. Были определены опасные вредные производственные факторы, их воздействие на человека. Также произведен расчет искусственного освещения на участке и расчет заземления. При выполнении экономического обоснования эффективности внедрения новой конструкции производилось сравнение ее с применяемой технологией и используемым оборудованием – стенд для проверки увода автомобиля.

По результатам работы разработан стенд для экспресс-диагностирования состояния УУУК автомобиля.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Анотов В.Е. Конструктору станочных приспособлений: Справочное пособие – Мн: Беларусь 1991 – 400 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя в 3-х т. – М: Маш-е 1979.
3. Афанасьев Л.Л. “Гаражи и станции технического обслуживания автомобилей. Альбом чертежей”. - М.: Транспорт, 1969, 192 стр.
4. Графкина М.В. Михайлов В.А. Нюнин Б.Н. Безопасность жизнедеятельности: учебник для студентов ВУЗов. – М.: «Велби Проспект», 2014. – 608 с.
5. Епишкин В.Е. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебно-методическое пособие для студентов направлений подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство») [Текст] / В.Е. Епишкин, И.В. Турбин. - Тольятти : ТГУ, 2016. – 130 с.
6. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога - машиностроителя. В 3-х т. - М.: Машиностроение, 2012. – 407с.
7. Кузнецов Е.С., Техническая эксплуатация автомобилей:
8. Литвинов А.С. Устойчивость и управляемость автомобиля. -М: Машиностроение, 1971.-416 с.
9. Лиханов В.А., Лопатин О.П. Экологическая безопасность: Учебное пособие. - Киров: ВГСХА, 2006. – 126 с.
10. Маевская Е. Б. Экономика организации [Текст] : учебник / Е. Б. Маевская. - Москва :ИНФРА-М , 2017. -351 с. : ил.
11. Масуев М.А. Проектирование предприятий автомобильного транспорта. Учебное пособие для вузов. Махачкала: МФ МАДИ (ГТУ), 2002.
12. Материалы официального интернет-сайта фирмы МАНА www.maha.ru.

13. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: Учеб.для вузов. - 2-е изд., перераб. И доп. - М.: Транспорт, 1993.
14. Никифоров, Л.Л. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие для бакалавров / Л.Л. Никифоров, В.В. Персиянов. - М.: Дашков и К, 2015. - 496 с.
15. Орлов П.И. Основы конструирования: Справочное – методическое пособие в 3-х книгах / под ред. П.Н. Углева 3-е изд. исправл. – М: Маш-е 1988.
16. Проверка углов установки колес – основные положения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vw.Avto-city.ru/ttkh/pps_448 (дата обращения: 19.08.2023).
17. Проектирование предприятий автомобильного транспорта: учеб. для студентов специальности “Техническая эксплуатация автомобилей” учреждений, обеспечивающих получение высш. образования / М.М.Болбас [др.]; под ред. М.М.Болбаса. - Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2004.- 528/с.: ил.
18. Справочник технолога машиностроителя 2-й том Под ред. Малова – М: Маш-е 1972 – 568 с.
19. Тарасик В.П. Теория движения автомобиля / В.П. Тарасик Теория движения автомобиля – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 478с.: ил.
20. Технологический расчёт предприятия автомобильного транспорта: Методические указания/Сост. Петин Ю.П. , Соломатин Н.С. –Тольятти: ТолПИ, 1991.
21. Яркин Е. К. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / Е. К. Яркин, В. М. Зеленский, Е. В. Харченко ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Южно-Российский гос. техн. ун-т (Новочеркасский политехн. ин-т). - Новочеркасск : Южно-Российский гос. техн. ун-т, 2006 (Новочеркасск : ЦОП ЮРГТУ). - 321 с.