

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)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Разработка конструкции стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых
автомобилей КамАЗ

Обучающийся

В.В. Белый

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. пед. наук, доцент Л.А. Угарова

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

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский

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

доцент И.В. Дерябин

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

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

О.А. Головач

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

Тольятти 2022

Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Разработка конструкции стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ».

Цель дипломного проекта – разработка конструкции стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ.

Пояснительная записка содержит шесть разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 87 страниц с приложениями.

Графическая часть содержит 10 листов формата А1, выполненных в автоматизированной системе разработки и оформления конструкторской и проектной документации КОМПАС-График. Выполненный дипломный проект полностью соответствует утвержденному заданию.

В первом разделе рассмотрены общие требования предъявляемые к двигателю при обкатке, различные виды обкатки: холодная, горячая без нагрузки, горячая под нагрузкой.

Во втором разделе сопоставлены совокупности существенных признаков проектируемого объекта и аналогов, выбранных ранее из патентного поиска, объект не обладает критериями патентоспособности: изобретательский уровень, новизна.

В третьем разделе разработаны техническое задание и предложение на разработку стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ, выполнены конструкторские расчеты стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ.

В четвертом разделе выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ.

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

В шестом разделе определена эффективность разработки стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ с экономической стороны.

Abstract

The topic of the graduation project is: «The design development of a stand for running-in and testing the internal combustion engines of «KamAZ» trucks».

The aim of the project is to develop the construction of the stand for running-in and testing the internal combustion engines of «KamAZ» trucks.

The graduation project may be divided into introduction, six general parts, conclusion, list of references, and appendices.

In the graduation project we first discuss the general requirements for the engine during running-in, various types of running-in: cold, hot without load, hot under load.

Much attention is given to check the patentability of the developed stand. We compare the combination of essential features of the designed stand with analogues, which were selected earlier from the patent search. It can be concluded that the object doesn't meet the criteria for patentability: inventive step, novelty.

In the project's general part we prepare the terms of reference and technical proposal for the design development of the stand for running-in and testing the internal combustion engines of «KamAZ» trucks. Also, we dwell on the technological process for assembling the stand for running-in and testing the internal combustion engines of «KamAZ» trucks and determine the labor intensity.

The special part of the project gives details about the safety and environmental friendliness of the project.

Finally, we present the confirmation of the economic efficiency of the stand development.

The results of this work are of interest for motor transport enterprises and centralized maintenance bases involved in the maintenance of the «KamAZ» trucks.

Содержание

Введение.....	6
1 Состояние вопроса	9
1.1 Общие требования.....	9
1.2 Холодная обкатка двигателя.....	10
1.3 Горячая обкатка двигателя без нагрузки	11
1.4 Горячая обкатка под нагрузкой	13
2 Патентный анализ аналогов	15
2.1.Описание объекта исследования	15
2.2 Формирование программы исследования	16
2.3 Определение стран проверки.....	16
2.4 Определение категории объекта.....	16
2.5 Выбор технических решений, подлежащих исследованию	16
2.6 Установление глубины патентного поиска	17
2.7 Анализ результатов патентно-информационного поиска.....	23
3 Конструкторская часть	25
3.1 Техническое задание на разработку стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ.....	25
3.2 Техническое предложение на разработку стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ	31
3.3 Конструкторские расчет стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ	41
4 Технологический раздел.....	48
4.1 Обоснование выбора технологического процесса.....	48
4.2 Определение трудоемкости сборки.....	50
4.3 Составление технологического процесса сборки стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ	51
5 Безопасность и экологичность технического объекта	56

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса обкатки и испытания ДВС грузовых автомобилей КамАЗ	56
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	57
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	58
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	63
5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса обкатки и испытания ДВС грузовых автомобилей КамАЗ	66
6 Экономическая эффективность проекта.....	68
Заключение	77
Список используемой литературы и используемых источников.....	78
Приложение А. Спецификации.....	85

Введение

Автомобиль в процессе его изготовления на заводе-изготовителе является изделием основного производства, так как предназначен для реализации. Как продукт автомобильной промышленности он является также изделием требуемого функционального назначения, современного конструктивного исполнения и определенного уровня технологичности.

Функциональная завершенность изделия по назначению заключается в том, что каждая его составляющая должна представлять собой функционально завершенное изделие, для которого характерно выполнение заданных функции и способность выполнять эти функции отдельно от изделия в целом.

«В процессе эксплуатации автомобиля появляются отказы и неисправности, устраняемые при его текущем ремонте.

Если автомобиль соответствует всем требованиям нормативно-технической документации, он считается исправным. В отличие от исправного работоспособный автомобиль должен удовлетворять только тем требованиям, которые позволяют его эксплуатировать по назначению без угрозы безопасности движения. Он может быть исправным, имея ухудшенный внешний вид, пониженное давление в системе смазки двигателя и прочее» [6].

«Под ремонтом подразумевается комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделий, а также ресурсов изделий и их составных частей. Необходимость и целесообразность ремонта автомобилей вызвана, прежде всего, неравнопрочностью их составных частей (сборочных единиц и деталей). Известно, что создать равнопрочный автомобиль, все детали которого изнашивались бы равномерно и имели бы одинаковый срок службы, невозможно. Поэтому в процессе эксплуатации автомобили проходят периодическое техническое обслуживание и при необходимости – текущий ремонт (далее – ТР), который

путем замены отдельных деталей и агрегатов позволяет поддерживать транспортные средства в технически исправном состоянии. Основная задача текущего ремонта – привести технику в работоспособное состояние, чтобы обеспечить гарантированную ее работоспособность на пробеге до очередного планового ремонта, причем этот пробег должен быть не менее пробега до очередного планового технического обслуживания ТО-2» [1].

«Капитальный ремонт (далее – КР) обеспечивает исправность и полный ресурс автомобиля или агрегата путем восстановления и замены необходимых сборочных единиц и деталей, включая базовые. Основным источником эффективности КР транспортных средств является использование остаточного ресурса их деталей.

Основная задача, к достижению которой стремятся авторемонтные предприятия (далее – АРП) – это уменьшение стоимости ремонта автомобилей и агрегатов при гарантии послеремонтного ресурса. Поэтому главные предпосылки, главные стимулы использования новейших технических достижений в сервисе автомобилей – интересы и требования заказчика» [4].

«Принимая во внимание то обстоятельство, что автомобиль это объект повышенной опасности, главное требование к ремонтным предприятиям – обеспечение гарантированного качества ремонта на уровне завода-изготовителя этого автомобиля. Поэтому между производителями автомобилей и ремонтными организациями имеет место тесный повседневный контакт, а задачи изготовителя и ремонтного предприятия тесно взаимосвязаны между собой и могут быть успешно решены только совместными усилиями.

Анализ результатов исследований ремонтного фонда автомобилей и агрегатов, поступающих в ремонт на авторемонтные предприятия, показывает, что детали, полностью исчерпавшие свой ресурс и подлежащие замене, составляют в среднем около 20%. К ним относятся поршни, поршневые кольца, подшипники качения, резинотехнические изделия и др.

Количество деталей, износ рабочих поверхностей которых находится в допустимых пределах, что позволяет использовать их без ремонта, достигает 30-35%. Остальные детали автомобиля (40-45%) могут быть использованы повторно только после их восстановления. Это большинство наиболее сложных, металлоемких и дорогостоящих деталей автомобиля, в частности блок цилиндров, коленчатый и распределительный валы, головка цилиндров, картеры коробки передач и заднего моста и другие. Стоимость восстановления этих деталей не превышает 10-50% стоимости их изготовления» [2].

«По статистике значительное количество отказов деталей автомобилей обусловлено износом рабочих поверхностей (до 50%), различного рода повреждениями (в том числе и в результате аварии) – 17,1%, трещинами – 7,8%. Большинство отказов автомобилей (до 43%) приходится на долю двигателя.

Опыт показывает, что при незначительном износе (не более 0,3 мм) примерно 85% деталей может быть восстановлено нанесением покрытия незначительной толщины. Многократное использование детали возможно при нанесении металла на ее несущие поверхности с дальнейшей механической обработкой» [3].

Эффективность работ по восстановлению деталей автомобилей зависит от правильного выбора технологии, оборудования, технологической оснастки и организации контроля качества.

Целью ВКР является разработка конструкции стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ.

1 Состояние вопроса

1.1 Общие требования

«Каждый двигатель, прошедший капитальный ремонт, должен быть подвергнут обкатке и испытанию на стенде. Поступивший на обкатку и испытание двигатель должен быть чистым, сухим и укомплектованным, предусмотренными конструкцией агрегатами, кроме вентилятора и пускового подогревателя; насос гидропривода должен быть отключен. Нагнетательный трубопровод воздушного компрессора должен быть замкнут на всасывание.

Обкатку и испытание двигателей рекомендуется проводить с технологическими воздушными фильтрами. Допускается проведение обкатки и испытания с собственными фильтрами» [5].

«Обкатку и испытание автомобильных двигателей второй комплектности следует проводить с технологическими приборами системы питания, охлаждения и электрооборудования, прошедшими периодическую поверку и обеспечивающими параметры топливной экономичности и выполнение действующих экологических требований по составу выхлопных газов. Перед установкой на стенд двигатель должен быть подвергнут наружному осмотру на комплектность и качество сборки. После установки на стенд необходимо проверить проворачивание коленчатого вала, провернув вал вручную на 2-3 оборота, чтобы убедиться в отсутствии заедания в сопряжениях и посторонних звуков.

Проверить и при необходимости отрегулировать зазоры клапанов газораспределительного механизма и механизма декомпрессии в соответствии с требованиями раздела «Общая сборка двигателей».

Обкатку следует начинать только при отсутствии внешних дефектов, препятствующих проведению обкатки и испытания, наличии воды, масла и топлива в системах двигателя» [18].

«При обкатке и испытании двигатель должен быть заправлен моторным маслом до верхнего меток указателя уровня: для дизельных двигателей применять летние масла М10В₂, М10Г_{2К} ГОСТ 8581 или обкаточно-консервационное масло ОМД-8 ТУ38.101.1294.

В таблицах режимов обкатки дизелей продолжительность дана для условий обкатки с применением масел М10В₂, М10Г_{2К}; при обкатке на масле ОМД-8 продолжительность обкатки допускается уменьшить на 50% (в 1,5 раза).

Для карбюраторных следует применять масло М8А ГОСТ 10541, допускается применение масел И-20А, И-40А или И-50А ГОСТ 20799» [1].

«Обкатку и испытание проводить:

- дизельных двигателей на летнем дизельном топливе по ГОСТ 305;
- двигателей ЗИЛ-130, ЗИЛ-131, ЗМЗ-53/5233, ЗМЗ-672/5234 и модификаций, ЗМЗ-24-01 – на неэтилированном бензине АИ-76;
- двигателей ЗИЛ-375, предназначенных для установки на автомобили Урал-375, ЗМЗ-24Д, ЗМЗ-402, ЗМЗ-406, ЗМЗ-405, ЗМЗ-409 на неэтилированном бензине АИ-93 ГОСТ 2084.

Допускается производить обкатку с использованием методов и средств, ускоряющих процесс приработки поверхностей трения (введение в масла, топливо соответствующих присадок, применение электрического тока в парах трения и другое).

В этом случае время обкатки должно устанавливаться в соответствии с документацией на применяемые методы и средства ускорения процесса» [8].

1.2 Холодная обкатка двигателя

«Холодная обкатка дизельных двигателей при снятых форсунках не допускается.

Холодную обкатку двигателя необходимо начинать при температуре масла в картере не менее 50°C.

Холодную обкатку двигателей следует проводить с соблюдением режимов согласно таблицам для каждого типа двигателя.

В начале холодной обкатки необходимо проверить подачу масла к подшипникам коромысел, турбокомпрессора, герметичность уплотнений форсунок в головках цилиндров, соединений в системах питания, смазки и охлаждения» [11].

«В процессе холодной обкатки двигателя работа систем смазки и охлаждения должна удовлетворять следующим требованиям:

- давление масла в магистрали при частоте вращения коленчатого вала, соответствующем минимальной частоте вращения холостого хода;
- температура масла должна быть в пределах от 50°C до 100°C;
- температура воды на входе в двигатель не должна быть менее 50°C, на выходе – более 95°C;
- подтекание масла, топлива и воды в соединениях деталей и трубок не допускается;
- шум работающего двигателя должен быть ровным, без резко выделяющихся местных шумов и стуков. Для выявления шумов следует прослушивать двигатель в зоне клапанного механизма, толкателей, картера шестерен распределения, цилиндро-поршневой группы, коренных и шатунных подшипников коленчатого вала, масляного насоса и его привода;
- не допускается местный нагрев в зоне цилиндров и коренных подшипников (проверять на ощупь)» [21].

1.3 Горячая обкатка двигателя без нагрузки

«Горячая обкатка без нагрузки выполняется после пуска постепенным повышением частоты вращения коленчатого вала двигателя. Пуск двигателя для осуществления горячей обкатки должен проводиться от электрической машины стенда или пускового агрегата (устройства).

В процессе горячей обкатки без нагрузки температуру масла в поддоне двигателя и температуру охлаждающей жидкости на выходе из системы охлаждения рекомендуется поддерживать в пределах от 60°C до 95°C.

По окончании второго этапа обкатки двигателя подтягивают гайки, регулируют зазоры в клапанах и проводят горячую обкатку под нагрузкой. Режимы холодной, горячей обкатки без нагрузки и горячей обкатки под нагрузкой устанавливают для каждого типа двигателя и указывают в технологических картах.

Горячая обкатка под нагрузкой проводится методом торможения работающего двигателя на соответствующих нагрузочных режимах при положении органов управления регулятором частоты вращения соответствующем полной подаче топлива.

В процессе обкатки под нагрузкой температура охлаждающей жидкости на выходе из системы охлаждения двигателя и масла должна быть в пределах от 70°C до 95°C. Давление масла в главной масляной магистрали двигателя при частоте вращения коленчатого вала, близкой к номинальной.

Небольшое дымление прогретого двигателя на всех режимах обкатки, превышающих 50% номинальной мощности, не является браковочным показателем» [13].

«Во время горячей обкатки под нагрузкой не допускается:

- подтекание масла, охлаждающей жидкости, топлива через прокладки и резьбовые соединения деталей;
- подсасывание воздуха в местах крепления впускного коллектора;
- пропуск газов из-под фланцев выпускного коллектора и через прокладки головок цилиндров;
- не свойственные нормальной работе двигателя шумы и стуки в механизмах» [10].

«После окончания горячей обкатки двигатель испытывают на развиваемую мощность и расход топлива, контролируют осмотром и устраняют неисправности.

Длительность испытания двигателя под полной нагрузкой не должна превышать 5 минут.

По окончании обкатки и испытания двигатель осматривают. Проверяют возможность его запуска от пускового двигателя или стартера, затем снимают с обкаточного стенда и устанавливают на стенд контрольного осмотра.

Снимают поддон картера, крышки шатунных и коренных подшипников. При этом обращают внимание на состояние рабочих поверхностей шеек коленчатого вала и вкладышей. Шейки не должны равномерно прилегать к поверхности шеек. В противном случае наблюдаются не приработанные поверхности.

При текущем ремонте двигателя холодная обкатка проводится при частоте вращения коленчатого вала от 500 до 700 мин⁻¹ в течение от 3 до 5 мин.

Обкатку двигателя без нагрузки проводят в течение 10 минут при плавном повышении частоты вращения вала двигателя от минимально-устойчивой до максимальной холостого хода.

Обкатку двигателя под нагрузкой проводят в течение 20 минут, крутящий момент от 5 до 95% от номинального при полной подаче топлива в цилиндр двигателя. Температура масла и воды от 5°С до 95°С» [11].

1.4 Горячая обкатка под нагрузкой

«При данной обкатке электрическая машина стенда работает в режиме генератора переменного тока и одновременно служит нагрузателем двигателя.

Работающий дизель нагружают при полной подаче топлива на соответствующих режимах. Нагрузочные режимы определены техническими требованиями для каждой марки дизеля.

Например, дизель Д-240 обкатывают в течение 80 мин на шести ступенях нагружения (кВт): 10 мин – 5,9; 10 мин – 14,7; 15 мин – 21,1; 20 мин – 35,3; 20 мин – 42,7; 5 мин – 47,8. Дизель Д-160 обкатывают 50 мин на шести ступенях с нагрузкой (кВт): 10 мин – 22-44; 10 мин – 14; 12 мин-92,5; 5 мин – 110; 3 мин – 118; 10 мин – плавное уменьшение до нуля» [16].

«В процессе обкатки следят за давлением масла, температурой, ослушивают двигатель, а при необходимости прекращают обкатку и устраняют неисправности.

В отличие от дизелей карбюраторные двигатели начинают обкатывать под нагрузкой при частоте вращения коленчатого вала 1200 мин^{-1} .

С ростом нагрузки увеличивают частоту вращения вала» [5].

Выводы по разделу.

В разделе «Состояние вопроса» рассмотрены общие требования предъявляемые к двигателю при обкатке, различные виды обкатки: холодная, горячая без нагрузки, горячая под нагрузкой.

2 Патентный анализ аналогов

2.1. Описание объекта исследования

«Стенд для обкатки ДВС грузовых автомобилей (рисунок 1) содержит основание с закрепленными на нем продольными направляющими, нагрузочное устройство и соединительное устройство. На продольные направляющие опираются балки, скрепленные с ними крепежными болтами. В балках образованы поперечные направляющие. На балках установлены стойки, в которые ввинчены винты. На винтах закреплены ложементы с прижимными болтами. Стойки скреплены с поперечными направляющими крепежными болтами. На валу нагрузочного устройства закреплен болтом внешний цилиндр соединительного устройства. Во внешнем цилиндре установлен внутренний цилиндр, соединенный с ним посредством первого шлицевого соединения. Во внутреннем цилиндре установлен вал, соединенный с ним посредством второго шлицевого соединения. На внешнем цилиндре и на внутреннем цилиндре установлены фиксаторы, подпружиненные пружинами. На внутреннем цилиндре и на валу образованы выемки для размещения фиксаторов» [22].

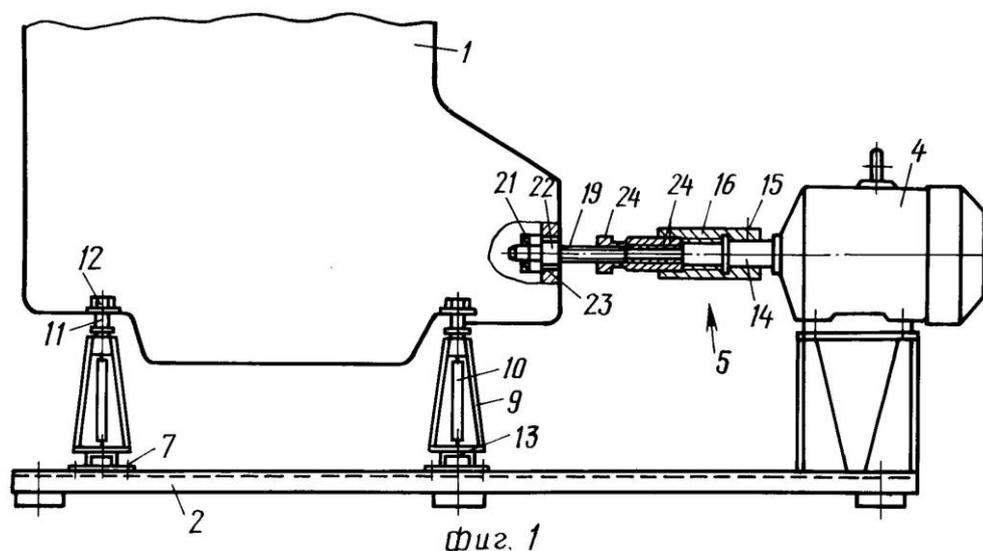


Рисунок 1 – Стенд для обкатки ДВС грузовых автомобилей

Недостатки объекта исследования «Стенд для обкатки ДВС грузовых автомобилей»: Стенд для обкатки ДВС грузовых автомобилей имеет низкую функциональность.

2.2 Формирование программы исследования

Цель исследования: создание объекта с лучшей функциональностью, что позволит быстрее проводить обслуживание.

2.3 Определение стран проверки

«Странами проверки являются страны с наиболее широко развитой индустрией автомобильного транспорта, и в этих странах наиболее полная информация об исследуемой области техники: Российская Федерация (СССР), Великобритания, Германия, США, Франция, Япония» [2].

2.4 Определение категории объекта

Исследуемый объект является устройством, так как характеризуется конструктивными признаками – формой и сопоставимостью размеров деталей: нагрузочное устройство, силовой элемент, рама, привод.

2.5 Выбор технических решений, подлежащих исследованию

Для достижения цели модернизации внесем изменения в конструкцию привода, рамы и силового элемента.

2.6 Установление глубины патентного поиска

Определение рубрики МПК и индекса УДК, АПУ, ключевые слова или словосочетания.

«Проводим классификацию по МПК 8 редакции с соблюдением всех поправок и изменений: раздел G – физика, класс G01 – измерение; испытание, подкласс G01M – проверка статической и динамической балансировки машин, а также испытания различных конструкций или устройств, не отнесенные к другим подклассам, главная дробная рубрика G01M13/00 – испытание деталей машин и G01M15/00 – испытание машин и двигателей.

Индекс УДК:

- 6 – прикладные науки, медицина и техника;
- 65 – управление предприятиями и организация производства, торговли и транспорта;
- 656 – транспортное обслуживание, организация и управление перевозками, почтовая связь;
- 656.1 – эксплуатация наземного безрельсового транспорта, движение по улицам и дорогам;
- 656.1.5 – организация и эксплуатация наземного (сухопутного) транспорта» [9].

«Защита патентоспособности на изобретение составляет 25 лет, на полезную модель – 13 лет. Новые технические решения внедряются в конструкцию стенда для обкатки ДВС грузовых автомобилей медленно.

Так как разработки ведутся медленно, установим глубину патентного поиска 25 лет» [12].

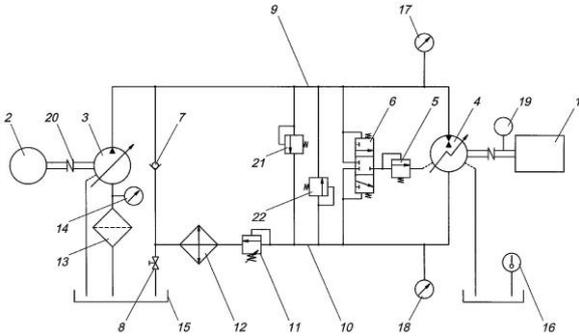
Составляем регламент патентно-информационного поиска и заносим в таблицу 1.

Таблица 1 – Регламент патентно-информационного поиска

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Рубрики: МПК (МКИ) УДК, НКИ	Страна поиска	Ретроспективность	Наименование информационной базы (фонда)
«Стенд для обкатки ДВС грузовых автомобилей»	656.1.5 G01M15/00 G01M13/00	Российская Федерация (СССР), Германия, США, Япония, Великобритания, Франция	25 лет (1997-2022)	Описания к авторским свидетельствам и патентам. Реферативный сборник Изобретения стран мира. Реферативный журнал Автомобиль, автомобильное хозяйство. Журналы: За рулем, Автомобильная промышленность, Автомобильный транспорт, Автомобильная промышленность США. Мимоза (MIMOSA). Сайты: www.fips.ru , www.zr.ru , www.garo.ru , uspto.gov , espacenet.org » [17]

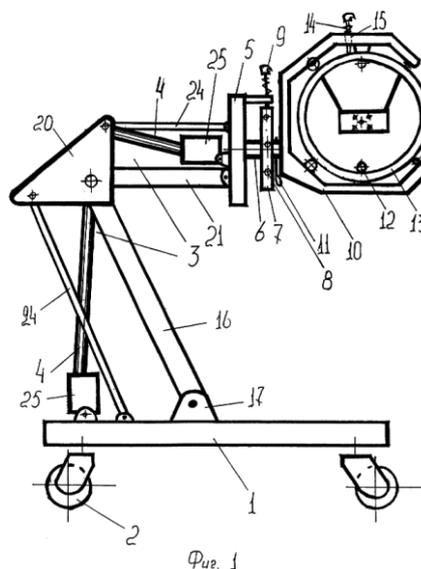
Выполняем патентно-информационный поиск и сводим информацию в таблицу 2.

Таблица 2 – Патентно-информационный поиск

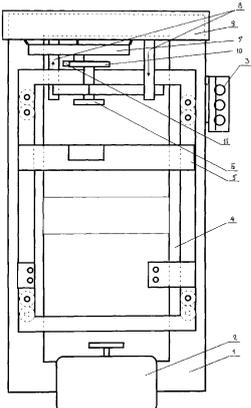
Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит детальному исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
«Стенд для испытаний и обкатки	G01M15/00 Куранов В.Г.; Соловьев Р.Ю.; Григорьев П.В.; 2004.03.18 2006.01.10 пат. № 2267761 Россия	<p>«Стенд для испытания и обкатки, содержащий испытываемую машину и приводной двигатель, соединенный с испытываемой машиной гидropередачей, включающей регулируемый насос, кинематически связанный с коробкой передач, бак и обратимую гидромашину, связанную кинематически с испытываемой машиной, а также гидрoлинией подвода с регулируемым насосом и гидрoлинией отвода с баком через регулируемый клапан, причем между гидрoлиниями установлены предохранительные клапаны и золотник с переливным клапаном, отличающийся тем, что, с целью снижения металлоемкости и повышения надежности стенда, обратимая гидромашина выполнена ступенчато регулируемой; гидрoлиния отвода соединена с гидрoлинией подвода через обратный клапан и с баком через вентиль; выход переливного клапана соединен с полостью корпуса обратимой гидромашины, которая дополнительной гидрoлинией соединена с баком» [23].</p> 	да	да

Продолжение таблицы 2

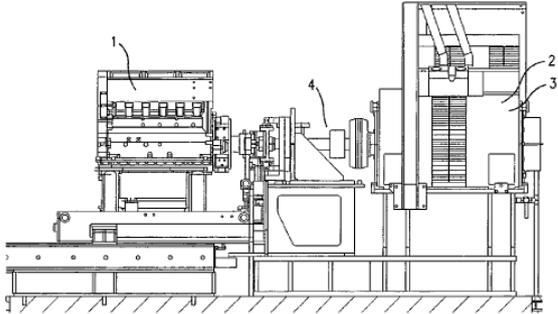
Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит детальному исследованию	
			Доступного уровня	Патентной чистоты
«Стенд для диагностики и, ремонта и обкатки двс»	G01M15/00 Подлевских А.В.; 2004.04.28 2006.03.15 пат. № 2269106 Россия	Изобретение позволяет улучшить и облегчить условия труда при ремонте ДВС, повысить универсальность стенда и расширить его функциональные возможности за счет изменения положения ремонтируемого узла или агрегата по высоте. Стенд для диагностики, ремонта и обкатки двигателей внутреннего сгорания содержит платформу с колесами, горизонтальный вал, стойку, пространственно-рамную конструкцию, которая представляет собой кантователь, установленный на роликовые опоры, с возможностью фиксации относительно горизонтальной продольной оси. Кантователь расположен внутри вилки, которая установлена на стойке, выполненной в виде параллелограммно-тяговой системы, с винтовыми диагоналями, изменение длины которых позволяет устанавливать кантователь на нужную высоту» [34].	да	да



Продолжение таблицы 2

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит детальному исследованию	
			Доступного уровня	Патентной чистоты
Стенд для приработки двигателей внутреннего сгорания	G01M15/00 Романов М.Б.; 25.08.2005 10.03.2006 пат. № 52177 Россия	<p>«Стенд для приработки двигателей внутреннего сгорания относится к области машиностроения и может быть использован в условиях транспортных предприятий при капитальном и средних ремонтах. В конструкции стенда дополнительно к опорной раме, электродвигателю, кинематически соединенному с валом двигателя внутреннего сгорания, и контрольным прибором установлено переходное устройство для размещения двигателей меньшего размера, состоящее из рамы с отверстиями для крепления, поперечной балки, муфты для передачи крутящегося момента с испытываемого двигателя на привод вентилятора системы охлаждения, вентилятора, радиатора, шкива переходного устройства, шкива привода вентилятора и шлангов для подвода и отвода охлаждающей жидкости. Предлагаемый стенд используется для приработки двигателей ЯМЗ240, ЯМЗ 238 и ЯМЗ236, устанавливаемых на автомобилях БелАЗ и КраЗ в транспортном цехе ОАО Гранит-Кузнечное» [25].</p> 	да	да

Продолжение таблицы 2

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит детальному исследованию	
			Доступного уровня	Патентной чистоты
Стенд для тестирования и приработки двигателей внутреннего сгорания	G01M15/00 Wolfgang Schrotter 26.07.2010 10.03.2012 пат. № US7595564 США	Стенд для приработки и тестирования двигателей внутреннего сгорания включает диск и/или системы нагрузки, устройства передачи момента к двигателю внутреннего сгорания с приводом, а также датчики и системы оценки и диагностирования для автоматического сбора и оценки измерения переменных. 	да	да

Стенд для обкатки двигателей внутреннего сгорания КИ-28249 (рисунок 2), производитель: КРОН, Россия.

Эта модель стенда может проводить горячую и холодную обкатку ДВС с мощностью до трехсот л.с., которые устанавливаются на автомобили и на тракторы, а так же на комбайны и строительно-дорожную технику. Главные преимущества стенда КИ-28249 в сравнении с уже известными электро-стендами:

- холодная обкатка ДВС начинается с частоты вращения сто-двести оборотов минуту;
- мощность ДВС как правило определяется по показаниям тахометра и манометров, что существенно проще аналогичных по назначению

механизмов, которые применяются в других моделях обкаточных стендов.

Основные узлы стенда это гидроблок, подmotorная рама и воздушный теплообменник, они могут использоваться при ремонте и модернизации электрического обкаточного стенда.

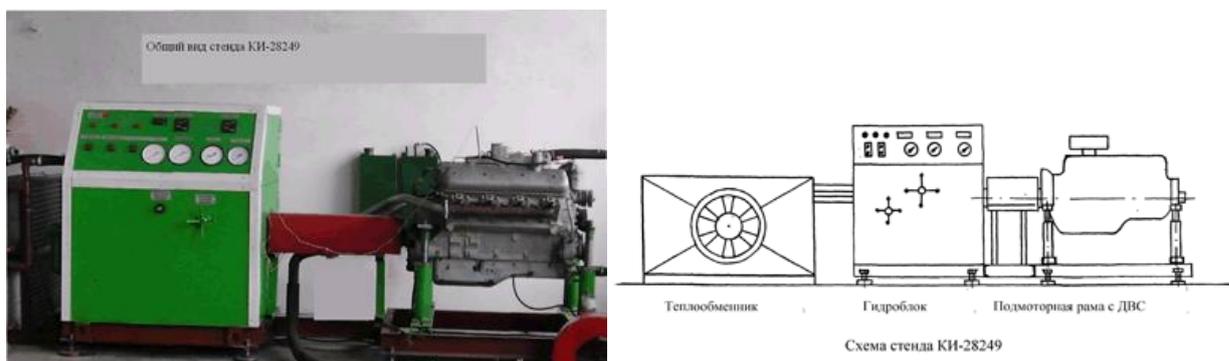


Рисунок 2 – Стенд для обкатки двигателей внутреннего сгорания КИ-28249

Проведя патентный поиск установили, что идет модернизация в направлении усовершенствования рамы и привода.

Было найдено 3 патента, из которых 1 патент США и один документ из вторичных источников, из которых выбрали наиболее интересные для нашего исследования: патент № 52177 и «Стенд для обкатки двигателей внутреннего сгорания КИ-28249».

2.7 Анализ результатов патентно-информационного поиска

Новый разработанный объект исследования показан в конструкторской части дипломного проекта.

Для исследования патентоспособности используем уже определенный ранее регламент и проведенный патентный поиск.

Выявим существенные признаки ИТР и аналогов и занесем в таблицу 3.

Таблица 3 – Существенные признаки ИТР и аналогов

Конструкция проектируемого объекта	Проект	Аналоги	
		А 1 «Стенд для обкатки двигателей внутреннего сгорания КИ-28249»	А 2 № 52177
Нагрузочное устройство	0	+	+
Силовой элемент	0	+	-
Рама	0	+	-
Привод	0	+	+
Суммарная оценка		4	2

В таблице видим, что наибольшую сумму баллов имеет аналог А1 «Стенд для обкатки двигателей внутреннего сгорания КИ-28249», Производитель: КРОН, Россия; источник: www.ural-k-s.ru. Следовательно, данное ТР является наиболее прогрессивным, принимаем его для использования в усовершенствованном стенде обкатки ДВС.

Вывод о патентоспособности усовершенствованного объекта техники.

Проведенные патентные исследования сопоставления совокупностей существенных признаков проектируемого объекта и аналогов, выбранных ранее из патентного поиска «Стенд для обкатки двигателей внутреннего сгорания КИ-28249», № 52177, видим, что объект не обладает критериями патентоспособности: изобретательский уровень, новизна, так как все технические решения, используемые в спроектированном устройстве, являются общеизвестными из уровня вида техники.

Разрабатываемый стенд можно сделать и использовать в условиях АТП, с минимальными экономическими и трудовыми затратами/

Выводы по разделу.

В разделе «Патентный анализ аналогов» сопоставлены совокупности существенных признаков проектируемого объекта и аналогов, выбранных ранее из патентного поиска, объект не обладает критериями патентоспособности: изобретательский уровень, новизна.

3 Конструкторская часть

3.1 Техническое задание на разработку стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ

Разработать стенд для холодной и горячей (с нагрузкой и без) обкатки автомобильных двигателей внутреннего сгорания, обеспечить возможность обкатки на стенде высокооборотистых двигателей легковых автомобилей.

«Стенд для обкатки двигателей относится к области испытательной техники и используется для приработки сопряженных соединений и контроля качества произведённого капитального ремонта двигателей внутреннего сгорания автотранспортных средств, а также для определения технического состояния двигателей и необходимости их ремонта. Стенд для обкатки двигателей позволяет обкатывать в двух режимах – горячая и холодная обкатка - двигатели любых автомобилей. Стенд содержит раму, на которой установлен балансирный электродвигатель с динамометром, коробка передач и четыре вертикальные стойки, имеющие возможность перемещаться по продольным и поперечным направляющим. Высота вертикальных стоек регулируется под конкретный двигатель внутреннего сгорания, крутящий момент от коробки передач к двигателю передаётся посредством карданного вала.

«Предусмотреть возможность переналадки стенда для обкатки коробок передач и ведущих мостов транспортных средств» [8].

«Проектируемое оборудование предполагается установить в помещении для обкатки двигателей моторного отделения предприятия, имеющего разномарочный подвижной состав. Отделение представляет собой помещение закрытого типа. Имеется естественное и искусственное освещение в пределах нормы (освещённость не менее 300 лк). Температура воздуха в помещении колеблется от плюс 5° до 25°С. Влажность воздуха в помещении не превышает норму. Половое покрытие на участке – бетонное.

На участке имеется подвод электроэнергии 220 В и 380 В переменного тока. Присоединительные элементы участка расположены на стандартной высоте. Стенд для обкатки двигателей позволяет размещать непосредственно на полу помещения, но при этом необходима заливка специального отдельного фундамента» [31].

«Стенд для обкатки двигателей разрабатывается на основании стенда аналогичного назначения марки КИ-5540 в рамках дипломного проекта.

При разработке оборудования особое внимание следует обратить на следующие источники информации: авторские свидетельства и патенты на стенды для обкатки двигателей, имеющие индекс по МПК редакция № 7 G01M 15/00 «Испытания машин и двигателей»; рефераты и схемы изобретений соответствующей тематики из реферативного сборника «Изобретения стран мира»; государственные стандарты: ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки», стандарты по безопасности производства; а также журналы, каталоги гаражного оборудования, методические пособия и другая техническая литература.

Наименования и условного обозначения тема разработки не имеет.

В процессе эксплуатации предусмотреть возможность ежемесячного обслуживания и проверки оборудования. Разрабатываемое оборудование является перспективным для разработки.

Научно-исследовательская работа не проводилась. Экспериментальные образцы и макеты не разрабатывались» [14].

«Стенд для обкатки двигателей изготовить в 1 экземпляре. Предусмотреть возможность изготовления оборудования на продажу в количестве 10 штук в год, для обеспечения законности реализации и использования тормозного стенда провести исследования на наличие критериев патентоспособности и патентную чистоту. Стенд выполнить из отдельных агрегатов. Максимально использовать в конструкции стенда нормализованные и унифицированные узлы для облегчения его производства

в условиях АТП или СТО. Обеспечить возможность работы оборудования до ремонта. Раму изготовить из стандартного двутавра сваркой. По возможности обеспечить оптимально удобную высоту рамы. Предусмотреть возможность применения уголков и швеллеров из стали одинакового сечения» [16].

«Обеспечить надёжное крепление двигателя на стенде.

Для привода стенда, использовать стандартные электродвигатель, коробку передач и карданные валы от автотранспортных средств. Для установки балансирного электродвигателя использовать стандартные подшипниковые опоры и серийные подшипники. Предусмотреть наличие защитных и противозвучных кожухов (звукопоглощающих щитов) на электродвигателе и карданном вале. Детали вращения должны быть защищены от попадания пыли и грязи.

Для регулирования частоты вращения электродвигателя использовать стандартный жидкостный реостат, заправленный 2-3% раствором кальцинированной соды, который позволяет плавно пускать и регулировать обороты двигателя.

При разработке стенда предусмотреть возможность дальнейшего усовершенствования конструкции путем его приспособления для обкатки коробок передач, гидромеханических передач (ГМП), гидротрансформаторов, ведущих мостов и так далее» [19].

«Обеспечить возможность контроля на стенде следующих параметров:

- частота вращения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания;
- момент сопротивления вращению двигателя внутреннего сгорания;
- давление масла в системе смазки;
- температура масла;
- температура охлаждающей жидкости» [24].

«Из конструктивных соображений и учитывая характеристики существующих аналогов, принимаем ориентировочно следующие технические показатели стенда для обкатки двигателей:

- габаритные размеры, не более мм 1500×4500×1700;
- масса стенда, не более кг 2500;
- габаритные размеры пульта управления, мм 650×680×120;
- масса пульта управления, не более кг 50;
- диапазон измерения момента сопротивления, Н·м от 0 до 150;
- мощность электродвигателя, не более кВт·ч 60;
- диапазон измерения давления масла сопротивления, °С
..... от 0 до 150;
- диапазон измерения давления масла, кгс/см² от 0 до 10;
- диапазон регулирования частоты вращения ЭМ, об/мин
..... от 650 до 1450» [24].

«Органы управления расположить на небольшом удалении от стенда. В пульте управления использовать – компьютер, монитор и чёрно-белый лазерный принтер. Для работы стенда необходим один оператор, который осуществляет контроль за состоянием оборудования и сам процесс обкатки двигателя. Установку двигателя на стенд производить не менее чем вдвоём» [11].

«Применить в системе управления стендом следующие прогрессивные разработки:

- наглядное аналоговое табло индикации,
- электронная система измерений,
- микропроцессорная обработка данных,
- распечатка результатов измерений,
- автоматический режим измерения,
- база данных по автомобильным двигателям и результатам измерений» [33].

«Размеры пульта должны соответствовать размерам стенда. Рукоятки управления должны находиться на высоте от 900 до 1000 мм от уровня пола, причём усилие нажатия на рычаг должно быть не более 100 Н, кнопку 15 Н. Все элементы управления должны находиться в зоне досягаемости рук оператора, без перемещения туловища. Рабочее положение оператора – стоя. Рукоятки управления и привода должны быть снабжены резиновыми накладками для предотвращения соскальзывания рук при проведении операции. Кнопки управления выполнить из чёрного пластика. Кнопку экстренной остановки выполнить из красного пластика и большего размера, чем остальные кнопки» [17].

«Кнопочные и клавишные выключатели должны иметь световую индикацию показаний включено или выключено. Органы управления расположить в направлении слева направо и сверху вниз в последовательности, соответствующей операциям диагностирования автомобиля. Кнопки и рычаги управления предполагается сгруппировать и поместить на отдельную панель управления» [2].

«Внешние очертания стенда должны отвечать требованиям технической эстетики и передавать функциональный характер изделия. Пропорции контуров установки должны обеспечивать композиционное равновесие. Каркас обкаточного стенда выполняется из пространственно сваренных двутавров, таким образом, чтобы они образовывала рамную конструкцию, что, во-первых, повышает прочность конструкции, а во-вторых, визуально создает ощущение надежности и устойчивости всей рамы в целом. Переломы элементов формы должны быть логичными и согласовываться между собой, острые углы рекомендуется скруглить. Мелкие детали оборудования не должны быть хаотично расположены и при необходимости должны быть закрыты декоративными панелями. Стенд должен гармонично вписываться в композицию интерьера помещения, для чего рекомендуется его окрасить в серый цвет. Не допускаются выступающие за габариты стенда узлы и детали, если того не требует их

функциональное назначение. Обеспечить доступность, подход к агрегатам и узлам при разборке-сборке и техническом обслуживании» [35].

«Уровень шума при работе стенда для обкатки двигателей, измеренный по шкале А универсального шумомера, не должен превышать 80 дБА на рабочем месте оператора-диагноста. Вибрация на рабочем месте оператора должна быть по среднеквадратическому значению колебательной скорости не более 97 дБ при октавной полосе со среднегеометрической частотой – 33,15 Гц. Провода, идущие к электродвигателям и органам управления поместить в пластмассовые оболочки-трубки и закатать в фундамент. На стенде должны работать люди, прошедшие специальный инструктаж и по технике безопасности и изучившие правила эксплуатации стенда. Непосредственно перед работой необходимо проверять исправность электрооборудования и целостность изоляции проводов, прочность сварных швов. Не допускается забрызгивание рамы и привода маслом и другими техническими эксплуатационными жидкостями» [31].

«Для безотказной и эффективной работы стенда предусмотреть плановое ТО не реже 1 раза в 6 месяцев. Допускается обеспечение ремонтом в неустановленные сроки в норме 1/10 от трудоёмкости полного ремонта. Обеспечить общую долговечность стенда для обкатки двигателей не менее 10 лет. Составные части конструкции должны легко подвергаться сборке-разборке при замене деталей или транспортировке. Предусмотреть наличие на раме устройств для её подъёма. Транспортировка стенда осуществляется в разобранном виде, все узлы и агрегаты снятые с рамы должны быть упакованы в деревянные ящики, которые маркируются соответствующим образом. Наиболее бережного обращения при транспортировке требует пульт управления, состоящий из дорогостоящей электроники. Хранить стенд в собранном или разобранном виде в сухом помещении, устанавливая при хранении составные части стенда в несколько ярусов запрещается» [27].

«На основании стоимости аналогичного оборудования, учитывая что проектируемый стенд для обкатки двигателей будет изготавливаться в

условиях АТП и из отечественных комплектующих, принимаем себестоимость изделия не более 5 млн. р.

Срок окупаемости оборудования принимаем ориентировочно 3 года.

При выполнении задания предусмотреть разработку технического предложения с эскизным проектом. Обязательна проработка двух или более вариантов компоновки.

На согласование предоставляется техническое предложение с эскизным проектом. Согласование с другими организациями не требуется. Изготовление опытных образцов не предусматривается» [23].

3.2 Техническое предложение на разработку стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ

Получено задание на разработку стенда для холодной и горячей обкатки автомобильных двигателей внутреннего сгорания.

Стенд должен обеспечивать обкатку автотракторных двигателей (ЯМЗ, КамАЗ, СМД и других) с частотой вращения коленчатого вала до 3000 об./мин. и быстроходных (с частотой вращения коленчатого вала более 3000 об./мин.) двигателей внутреннего сгорания ЗИЛ, ЗМЗ, ГАЗ, УАЗ, ВАЗ и иномарок с частотой вращения вала электромашины при горячей обкатке не более 3000 об./мин.

Стенд предполагается использовать для обкатки двигателей на, АРЗ, СТО, АТП, БЦТО, таксомоторных парках. Стенд разработать на основании тормозного стенда аналогичного назначения марки КИ-5540.

«Стенд содержит раму, на которой установлен балансирный электродвигатель с динамометром, коробка передач и четыре вертикальных стойки, имеющих возможность перемещаться по продольным и поперечным направляющим. Высота вертикальных стоек регулируется под конкретный двигатель внутреннего сгорания, крутящий момент от коробки передач к двигателю передаётся посредством карданного вала» [7].

«К конструкции стенда для обкатки двигателей предъявляются следующие требования:

- рама стенда должна обладать достаточной прочностью, чтобы обеспечить безопасную обкатку двигателей с максимальной нагрузкой 650 Н·м включительно;
- стенд должен иметь нагрузочное устройство для обеспечения горячей обкатки двигателей;
- электродвигатель стенда должен обладать возможностью плавного регулирования оборотов для испытания стенда на различных режимах;
- стенд должен быть оснащён современными контрольно-диагностическими приборами и датчиками, обеспечивающими измерение с заданной точностью при минимальных погрешностях;
- для удобства и простоты изготовления в конструкции стенда необходимо по возможности использовать нормализованные и унифицированные узлы и агрегаты;
- при работе стенд должен создавать минимальные вибрации издавать шум в допустимых пределах, также стенд должен отвечать всем требованиям производственной безопасности;
- конструкция опорных устройств должна обеспечивать минимальные затраты времени на установку и снятие двигателя со стенда;
- коробка передач стенда должна обеспечивать частоту вращения вала электромашины при горячей обкатке не более 3000 об/мин;
- стенд для обкатки двигателей должен обеспечить возможность контроля следующих параметров: частота вращения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания, момент сопротивления вращению двигателя внутреннего сгорания, давление масла в системе смазки, температура масла, температура охлаждающей жидкости» [15].

«При составлении технического предложения на данное оборудование, учитывая, что для разработки была принята хорошо изученная, часто встречающаяся конструкция, был произведён патентный поиск в российских, европейских и мировых базах данных изобретений и полезных моделей, обзор технической литературы, журналов и каталогов гаражного оборудования для выявления существующих образцов, аналогичных или близких по назначению» [11].

В результате поиска были выявлены следующие изобретения аналогичного назначения, отобранные по критериям: возможность проведения холодной и горячей обкатки на стенде, возможность обкатки разных типов автотракторных двигателей, в частности высокооборотистых:

- стенд обкаточно-тормозной для автотракторных двигателей КИ-5540 (рисунок 3);
- стенд обкаточный универсальный для автотракторных двигателей КС-276 (рисунок 4).

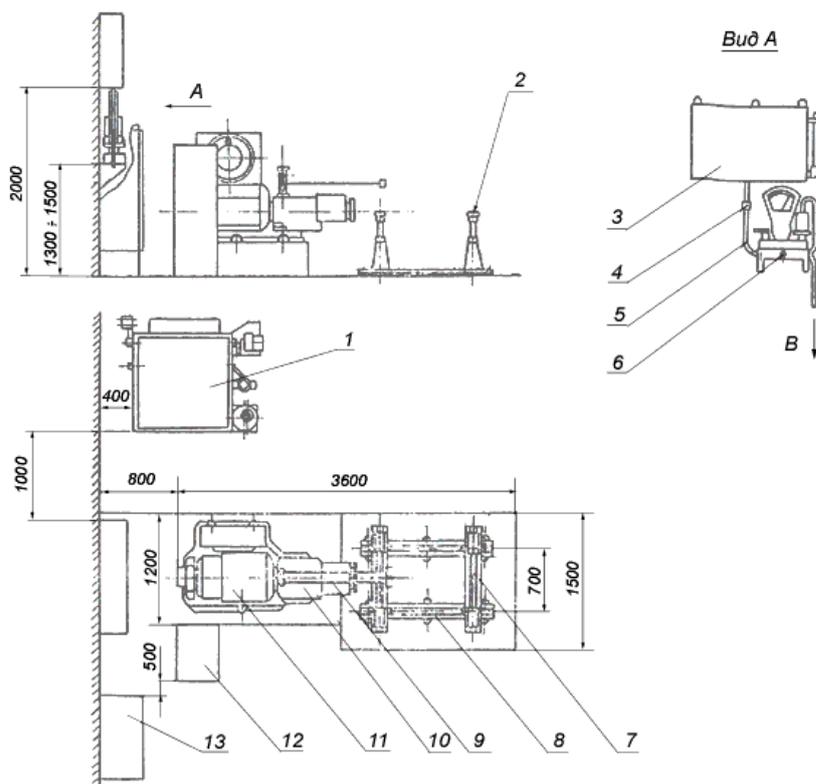
«Стенды КИ-5540 предназначены для холодной и горячей (с нагрузкой и без) обкатки автотракторных двигателей (ЯМЗ, КамАЗ, СМД и другие) с частотой вращения коленчатого вала до 3000 об./мин. – без коробки передач и быстроходных (более 3000 об./мин.) двигателей – с коробкой передач на передаче, обеспечивающей частоту вращения вала электромашины при горячей обкатке не более 3000 об/мин

Стенды могут быть приспособлены для обкатки коробок передач, гидромеханических передач (ГМП), гидротрансформаторов, ведущих мостов и так далее» [2].

«Стенд состоит из: трехфазной электромашины (ЭМ) типа АКБ с динамометром; жидкостного реостата; электрического и приборного шкафов; устройства для измерения расхода топлива; продольных, поперечных плит и стоек; позволяющих установку любого автотракторного двигателя.

Реостат заправляется 2-3 % раствором кальцинированной соды, позволяет плавно трогать и регулировать обороты двигателя при холодной

обкатке и регулировать тормозную мощность ЭМ при горячей обкатке. При холодной обкатке ЭМ работает в режиме двигателя, при горячей обкатке - в режиме генератора с рекуперацией электроэнергии в сеть. При обкатке контролируются: мощность, потребляемая при холодной обкатке; мощность торможения при горячей обкатке; частота вращения вала двигателя; давление масла; температура масла и охлаждающей жидкости.

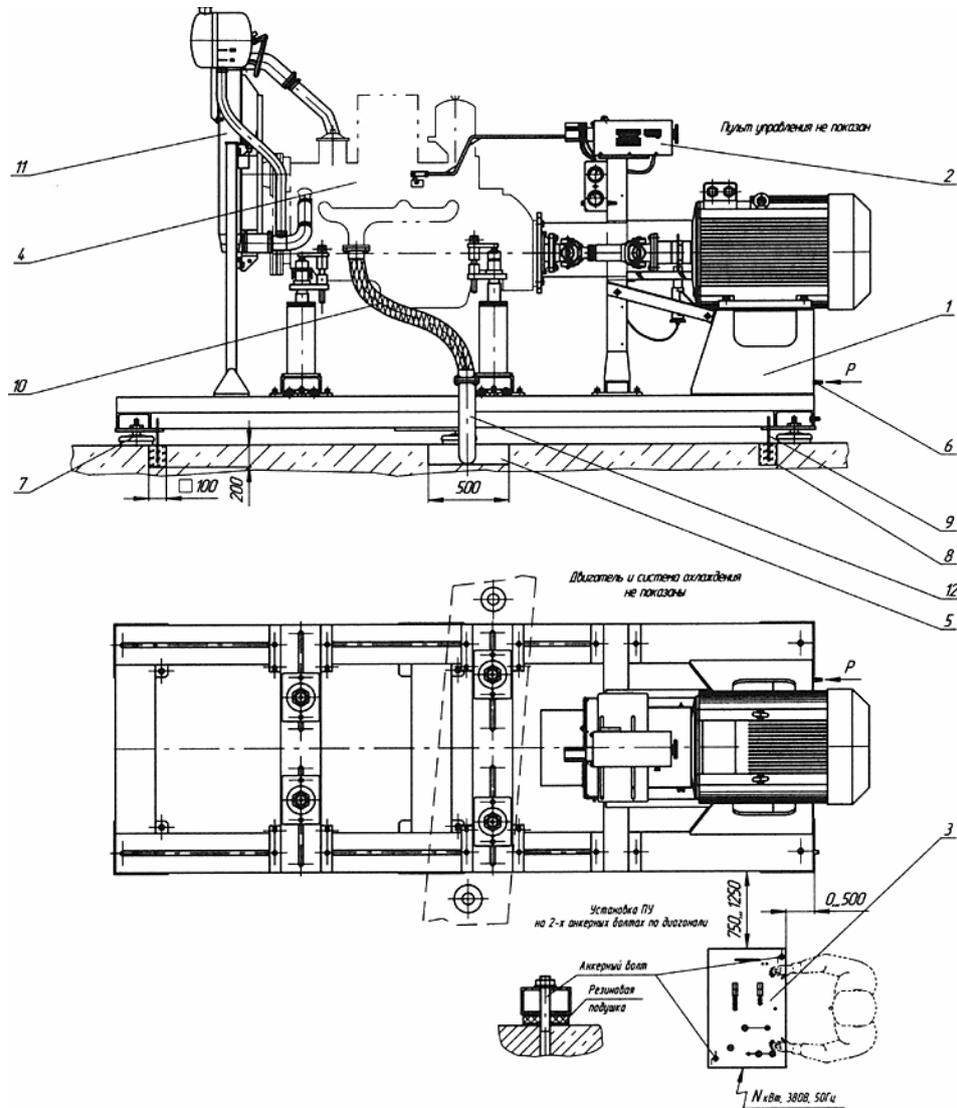


1 – реостат; 2 – стойка; 3 – бак для топлива; 4 – кран муфтовый; 5 – трубопровод;
 6 – устройство для определения расхода топлива; 7 – плита поперечная; 8 – плита продольная; 9 – тяга; 10 – ограждение; 11 – электромашина с динамометром; 12 – стойка приборная; 13 – электрошкаф

Рисунок 3 – Схема стенда Ки-5540

Стенды обкаточные КС-276 – обеспечивают обкатку и испытания двигателей внутреннего сгорания. Дополнительными функциями являются - обкатка без нагрузки агрегатов, а именно мостов, коробок передач, раздаточных коробок. Управление режимами обкатки, измерение и контроль

параметров двигателей внутреннего сгорания осуществляется с пульта управления стенда.



- 1 – рама стенда; 2 – система питания двигателя топливом; 3 – пульт управления;
 4 – двигатель; 5 – паз в фундаменте; 6 – устройство для определения расхода топлива; 7 – опорная подушка; 8 – паз в фундаменте; 9 – гаситель колебаний;
 10 – шланг для отвода отработавших газов; 11 – автономная система охлаждения

Рисунок 4 – Схема стенда КС-276

Контролируемые параметры:

- давление масла – диапазон измерения 0-10 кгс/см²;
- температура охлаждающей жидкости – диапазон измерения от 20 до 110°С;

- частота вращения коленчатого вала – диапазон измерения от 1000 до 3250 об/мин.;
- дискретность индикатора 10 об/мин (погрешность измерения 1%).
Измерение частоты вращения коленчатого вала осуществляется с помощью цифрового тахометра. Контроль за частотой вращения осуществляется с помощью шкального и цифрового индикаторов, установленных на пульте управления;
- максимальный нагрузочный момент – до 675 Н·м (погрешность измерения 1%);
- наибольшая развиваемая мощность ДВС до 180 кВт» [27].

«Испытательный стенд КИ-5540, изображённый на рисунке 3, не обеспечивает горячую обкатку высокооборотистых двигателей, так как его базовая комплектация не оборудована коробкой передач. Доводка данного стенда сопряжена со значительными материальными и трудовыми затратами.

Испытательный стенд КС-276, изображённый на рисунке 4, позволяет производить обкатку двигателей легковых автомобилей, но его стоимость исключает возможность приобретения стенда большинством автотранспортных организаций» [20].

Анализ конструктивных и стоимостных особенностей стендов-аналогов показал, что ни один из них не отвечает в полной мере установленным в техническом задании требованиям, что обуславливает необходимость разработки новой конструкции.

«Главными составными частями нового обкаточного стенда являются рама, на которой установлен балансирный электродвигатель с динамометром, коробка передач и четыре вертикальные стойки, имеющие возможность перемещаться по продольным и поперечным направляющим.

Для обеспечения требуемой координации всех элементов конструкции и надёжного их крепления, легкости монтажа и демонтажа узлов и агрегатов стенда, уменьшения трудоёмкости текущего обслуживания и ремонта производится разработка рамы стенда специальной конструкции» [6].

Согласно требованию технического задания раму необходимо изготовить сваркой из стандартного двутавра с параллельными полками.

Возможны два варианта компоновки основных элементов станда:

- расположение узлов и агрегатов на общей раме (рисунок 5),
- расположение стоек и направляющих платформ отдельно от электродвигателя (рисунок 6).



Рисунок 5 – Отдельное расположение стоек и направляющих платформ

Первый вариант предпочтительнее, так как не требуется больших затрат на установку и монтаж оборудования, проще ремонт и обслуживание станда. Для обеспечения устойчивости и исключения сдвига рамы рекомендуется крепить её к полу фундаментальными болтами.

Балансирный электродвигатель станда устанавливать на стандартных цапфах со сферическими самоустанавливающимися двухрядными подшипниками. Такая конструкция подшипниковых опор является оптимальной для обкаточных стандов и применяется в прототипе и аналогах. Конструкция балансирных опор для электродвигателя приведена на рисунке 6.

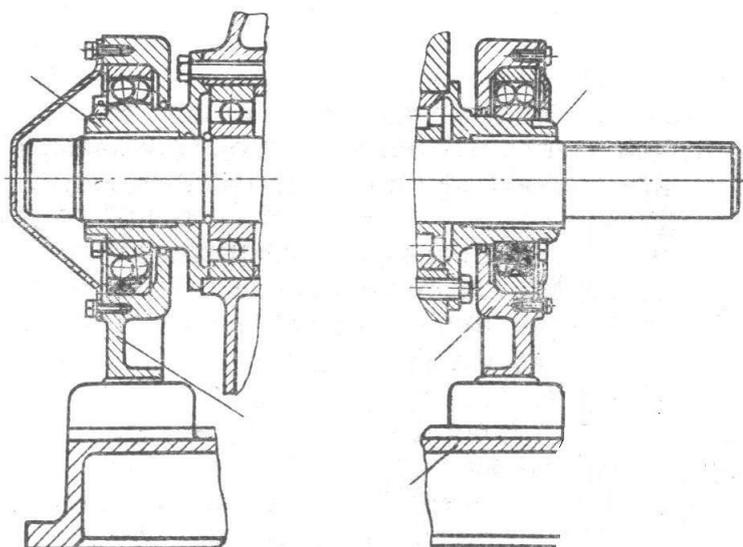


Рисунок 6 – Балансирная подвеска электродвигателя

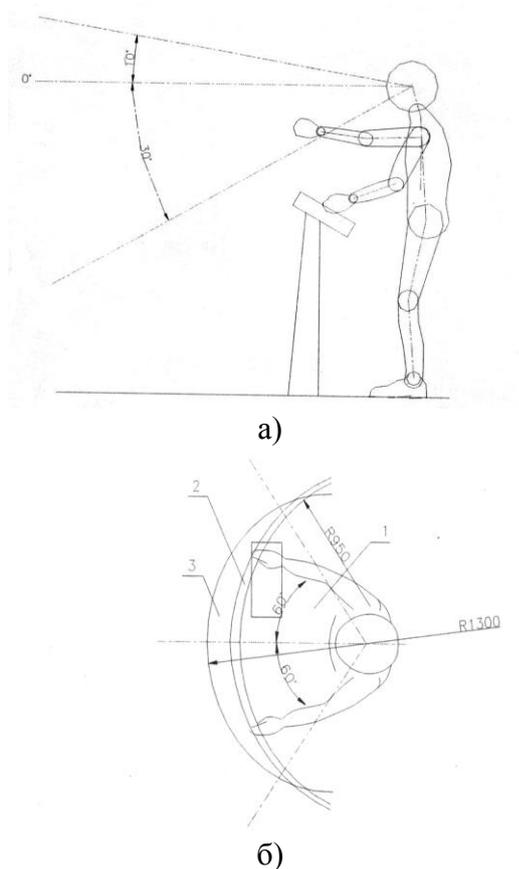
Для привода стенда используем стандартный серийный электродвигатель с фазным ротором марки 4АНК2Б225М4.

«Обкатка двигателей автомобилей сопряжена с повышенной опасностью для оператора-диагноста, а также повышенными шумовыми и вибрационными нагрузками. Поэтому пульт управления следует расположить на расстоянии не менее 1,0 м от стенда. Высота и конструкция пульта должна обеспечивать оптимальные углы обзора для оператора-диагноста для выполнения требований по безопасности проведения работ. Рабочее положение оператора – стоя. Горизонтальные углы обзора (без учёта поворота головы) должны составлять не менее 60°, вертикальные – 10° вверх и 30 ° вниз (рисунок 7а). Кнопки управления должны находиться в зоне досягаемости рук оператора (рисунок 7б)» [32].

«Для визуального просмотра информации использовать жидкокристаллический монитор с диагональю не менее 17 дюймов, так как он занимает меньше места, обладает незначительной массой и наносит наименьший вред зрению оператора. Для материального вывода информации использовать лазерный чёрно-белый принтер, ввиду его высокой скорости печати, высокого качества печати, низкого шума при работе и минимальных

расходов на эксплуатацию. Принтер рекомендуется установить справа от монитора, на полке» [6].

Спецификация на стенд для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ представлена в Приложении А (Рисунок А.1, А.2, А.3).



1 – зона нормальной досягаемости; 2 – зона затруднённой досягаемости;
3 – зона предельной досягаемости

Рисунок 7 – Эргономика рабочего места оператора

«Рассмотрим принцип действия разработанного стенда для обкатки двигателей внутреннего сгорания транспортных средств.

При холодной обкатке электродвигатель работает в режиме двигателя и потребляет переменный электрический ток из сети. При горячей обкатке электродвигатель работает в режиме генератора и отдаёт электрический ток в общую электросеть предприятия» [33].

Обкатка двигателя проводится в следующей последовательности.

С помощью подъёмно-транспортного оборудования испытываемый двигатель устанавливается на стенд. После этого диск карданного вала закрепляется на картере сцепления двигателя. К двигателю подсоединяются патрубки системы смазки от отдельно стоящей маслостанции, шланги систем охлаждения и питания топливом, а также необходимые датчики.

Производят холодную обкатку двигателей на прямой передаче коробки передач. Обычно обкатка проводится в 3 этапа различной продолжительности. Изменение числа оборотов коленчатого вала производится путём изменения угла погружения нагрузочной вилки реостата в раствор кальцинированной соды. Сведения об этапах холодной обкатки различных двигателей приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Этапы холодной обкатки двигателей

Тип, марка (модель) двигателей	Частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹ Продолжительность обкатки, мин.		
	Ступени обкатки		
	1	2	3
Двигатели без наддува	600 – 700 15	900 – 1000 10	1200 – 1400 5
Двигатели с наддувом, кроме	600 – 700 20	900 – 1000 15	1200 – 1400 5
Д-108,-160 и модификации	400 – 450 15	650 – 750 10	
КамАЗ-740 и модификации	600 – 800 20	1000 – 1200 15	1300 – 1400 5
ЗИЛ-645 и модификации	600 – 800 15	1000 – 1200 10	1300 – 1400 5
ЗИЛ-130,-131,-375, ЗМЗ-53/5233, -672/5234 и модификации	600 – 800 15	1000 – 1200 10	1300 – 1400 5
ЗМЗ-24,-402,-405,-406,-409 и модификации	800 – 1000 15	1000 – 1200 10	1300 - 1400 5

В процессе обкатки температура масла должна быть не более 85-95°С. Замеряется момент страгивания двигателя, изменение момента сопротивления по этапам обкатки и изменение давления масла в процессе испытания.

Затем двигатель останавливается к нему подсоединяются патрубки системы охлаждения и производится его горячая обкатка, когда электродвигатель стенда работает в режиме тормоза, обкатка проводится тоже в несколько этапов (до 10), характеристики этапов индивидуальны для каждого двигателя.

При отсутствии шумов, вибраций, чрезмерной температуры делается вывод о пригодности данного двигателя к эксплуатации. После проверки необходимо слить масло из картера двигателя и системы охлаждения.

3.3 Конструкторские расчет стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ

Выбор подшипников.

Предварительно по диаметру посадочного фланца электродвигателя назначаем двухрядный самоустанавливающийся сферический шарикоподшипник средней серии, условное обозначение 1220 по ГОСТ 28428-90 (рисунок 8). Выбор подшипников обусловлен возможной несоосностью первичного вала коробки передач и выходного конца вала электродвигателя, которая может возникнуть в процессе монтажа.

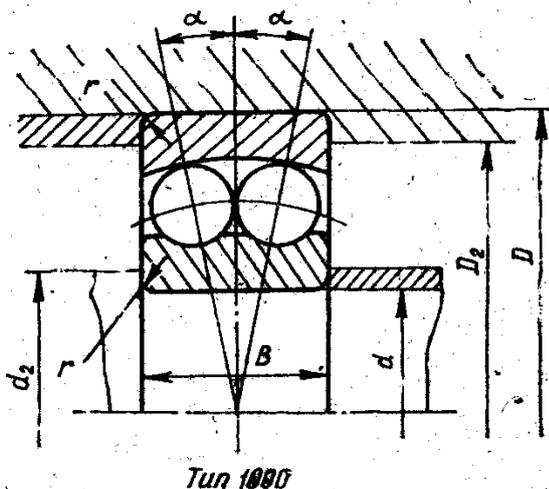


Рисунок 8 – Шариковый самоустанавливающийся сферический двухрядный подшипник

Для выбранного подшипника по каталогу определяем основные характеристики:

- статическая грузоподъемность – 41,5 кН;
- динамическая грузоподъемность – 69,5 кН;
- наружный диаметр – 180 мм;
- ширина подшипника – 28 мм;
- внутренний диаметр – 100 мм.

Выбор подшипника производится по статической грузоподъёмности, так как при заданных условиях работы он совершает только колебательные движения.

Для правильно выбранного подшипника должно выполняться условие:

$$C_0 \geq P_0, \quad (1)$$

где C_0 – каталожная статическая грузоподъёмность данного типа подшипника;

P_0 – эквивалентная расчётная нагрузка на подшипник, для шариковых радиальных подшипников определяется по формуле:

$$P_0 = X \cdot F_r, \quad (2)$$

где X – коэффициент радиальной статической нагрузки, принимаем для сферического подшипника 1;

F_r – осевая нагрузка, действующая на подшипник.

Так как центр тяжести двигателя располагается примерно в середине его корпуса то реакция в опоре будут равны половине его веса

$$F_r = 90 \cdot 9,81 / 2 = 444,6 \text{ Н}$$

Условие $C_0 \geq P_0$ выполняется, следовательно, подшипник подобран, верно.

Расчёт шпонки.

Расчёт шпонки заключается в определении длины шпонки из условия её прочности на смятие и на срез.

Геометрические разьёмы шпоночного соединения представлены на рисунке 9.

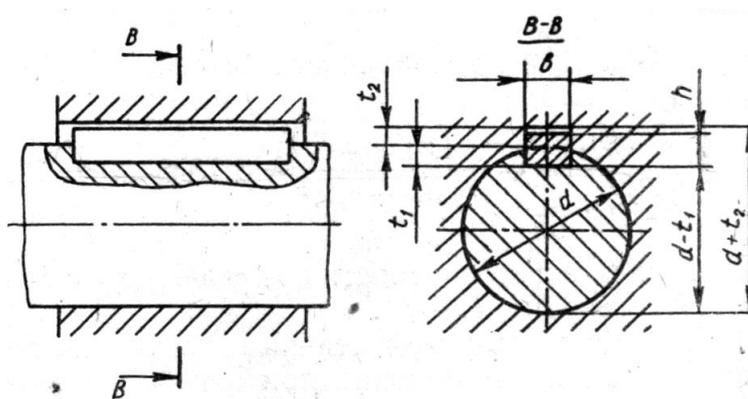


Рисунок 9 – Геометрические разьёмы шпоночного соединения

Наиболее опасные напряжения смятия определяются по формуле:

$$\sigma_{см} = \frac{2T}{d_v \cdot l_p \cdot (h - t_1)}, \quad (3)$$

где T – крутящий момент, передаваемый шпонкой, Н·мм определяется по формуле:

d_v – диаметр конца вала в месте установки шпонки, 65 мм;

l_p – рабочая длина шпонки, равная прямолинейной части её грани;

h – высота шпонки, для валов диаметром 65 мм принимается высоту 18 мм;

t_1 – глубина шпоночного паза, для валов 65 мм принимаем глубину 11 мм.

$$T = \frac{30 \cdot N \cdot \eta}{\pi \cdot n} \cdot 1000, \quad (4)$$

где N – электрическая мощность электродвигателя, 55 кВт;

η – КПД электродвигателя, 90%;

n – номинальная частота вращения вала электродвигателя, 1500 об/мин.

$$T = \frac{30 \cdot 55000 \cdot 0,9}{3,14 \cdot 1500} \cdot 1000 = 315286,62 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Условие прочности шпонки на смятие выглядит следующим образом:

$$\sigma_{см} = \frac{2T}{d_b \cdot l_p \cdot (h - t_1)} < [\sigma_{см}], \quad (5)$$

где $[\sigma_{см}]$ – допустимое значение напряжения на смятие, для расчётов

принимается $[\sigma_{см}] = 100 \text{ Н/мм}^2$

Отсюда допустимая расчётная длина шпонки определяется по формуле:

$$l_p \geq \frac{2T}{d_b \cdot (h - t_1) \cdot [\sigma_{см}]}, \quad (6)$$

$$l_p \geq \frac{2 \cdot 315286,62}{65 \cdot (18 - 11) \cdot 100} = 13,85 \text{ мм}.$$

Расчётная длина шпонки из условия прочности на срез определяются по следующей формуле:

$$l_p \geq \frac{2T}{(d_B + K) \cdot b \cdot [\tau_{cp}]}, \quad (7)$$

где b – ширина шпонки, для валов диаметром 65 мм принимаем ширину 20 мм;

K – высота шпонки в опасном сечении, 7 мм;

$[\tau_{cp}]$ – допустимое значение касательного напряжения среза, вычисляется по приближённой формуле (8)

$$[\tau_{cp}] \approx 0,6 \cdot [\sigma_{см}], \quad (8)$$

$$[\tau_{cp}] \approx 0,6 \cdot 100 = 60 \text{ Н/мм}^2,$$

$$l_p \geq \frac{2 \cdot 315286,62}{(65 + 7) \cdot 20 \cdot 60} = 7,29 \text{ мм.}$$

Общая длина шпонки для шпонки со скруглёнными концами определяется по формуле:

$$l = l_p + b, \quad (9)$$

$$l \geq 13,85 + 20 = 33,85 \text{ мм.}$$

С учетом обеспечения запаса прочности принимаем стандартную длину шпонки 65 мм.

Окончательно выбираем по каталогу призматическую шпонку со скруглёнными концами 18×20×65 по СТ СЭВ 189-75.

Расчет электродвигателя.

Определяем частоту вращения вала электродвигателя.

Так как максимальная скорость вращения первичного вала КП 2200 об/мин., то 75% от нее равно:

$$V = \frac{2200 \cdot 75}{100} = 1650 \text{ об/мин.}$$

На первой передаче передаточное число равно 6,37, следовательно частота вращения электродвигателя равна:

$$\omega = \frac{1650}{6,37} = 259 \text{ с}^{-1}.$$

Выбираем электродвигатель с частотой вращения 750 об/мин.

Определяем мощность электродвигателя.

Мощность приводного электродвигателя равна:

$$N_{\text{э}} = N_{\text{двс}} \cdot (1 - \eta), \quad (10)$$

где $N_{\text{двс}}$ – максимальная мощность двигателя 220 кВт;

η – КПД коробки передач 0,97.

$$N_{\text{э}} = 220 \cdot (1 - 0,97) = 6,6 \text{ кВт.}$$

Выбираем электродвигатель 160S8 мощностью 7,5 кВт и оборотами 750 об/мин.

Мощность приводного устройства должна превышать мощность затрачиваемую на трение в агрегате. В качестве приводного устройства для стенда по испытанию КП будем применять асинхронный электродвигатель переменного тока с такой частотой вращения, чтобы при включении самой низшей передачи коробки частота вращения ее первичного вала составляла 75% максимальной частоты вращения, для которого данная коробка предназначена.

Мощность приводного устройства должна превышать мощность затрачиваемую на трение в агрегате. В качестве приводного устройства для

стенда по испытанию КП будем применять асинхронный электродвигатель переменного тока с такой частотой вращения, чтобы при включении самой низшей передачи коробки частота вращения ее первичного вала составляла 75% максимальной частоты вращения, для которого данная коробка предназначена.

Выводы по разделу.

В разделе «Конструкторская часть» разработаны техническое задание и предложение на разработку стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ, выполнены конструкторские расчеты стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ. Разработанный стенд для обкатки двигателей позволяет обкатывать в двух режимах – горячая и холодная обкатка.

4 Технологический раздел

4.1 Обоснование выбора технологического процесса

Процесс сборки является одним из заключительных этапов изготовления машины.

«Организационная форма сборки машин определяется типом и условиями производства. При этом решающими факторами являются годовой объем выпуска изделий, трудоемкость сборочных работ и экономическая эффективность» [11].

Для сборки станда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ предлагается мелкосерийная сборка, так как данный вид модернизации не будет иметь большого количества заказов, а, следовательно, не требуется постановка изготовления на «поток».

В мелкосерийном производстве используют форму стационарной непоточной сборки с дифференциацией процесса на узловую и общую сборку. Процесс выполняется бригадами рабочих со специализацией по видам сборочных работ. Областью экономичного использования данного вида сборки является мелкосерийное производство средних по размеру и крупных машин.

Определяем такт выпуска:

$$T_d = \frac{F_d \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (11)$$

где F_d – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену, принимается равным 2070 ч. для стационарной сборки на необорудованных стандах;

m – количество смен, принимается равным 1;

N – годовой объем выпуска, принимается равным 80 шт.

$$T_d = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{80} = 1552,5 \text{ мин.}$$

Следующим этапом является составление технологической схемы сборки, в которой отражена последовательность соединения составных элементов конструкции (детали, сборочные единицы).

Технологическая схема сборки станда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ представлена в графической части ВКР.

На основании технологической схемы сборки, составляем перечень сборочных работ узловой и общей сборки.

Перечень выполняем в виде таблицы (таблица 5), содержащей наименование сборочных работ и данные о нормировании всех необходимых видов работ.

Таблица 5 – Перечень сборочных работ

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции t_{on} , мин
Поднять при помощи тельфера раму станда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ	0,8
Осмотреть раму станда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ	2
Взять анкерный болт М16	0,2
Установить раму станда на предполагаемое место при помощи анкерных болтов М16 (8 шт.)	8
Осмотреть электродвигатель 4АНК2Б225М4	1
Поднять при помощи тельфера электродвигатель 4АНК2Б225М4	0,2
Взять болт М20×110 ГОСТ 7805-70 (7 шт.), шайбу подкладную 2.20.01 ГОСТ 11371-78 (39 шт.), шайбу пружинная 20.65 ГОСТ 640270 Г (35 шт.), шайбу подкладную 2.20.01.059 ГОСТ 11371-78 (11 шт.), гайку М20 ГОСТ 5915-70 (31 шт.)	3
Установить электродвигатель 4АНК2Б225М4 на раму станда при помощи болтов, шайб подкладных, шайб пружинных, гаек	20
Взять подшипниковую опору в сборе с подшипником	0,2
Осмотреть подшипниковую опору в сборе с подшипником	0,4
Установить подшипниковую опору в сборе с подшипником на вал электродвигателя 4АНК2Б225М4	3
Осмотреть коробку передач автомобиля ЗИЛ-130	1,5
Поднять при помощи тельфера коробку передач автомобиля ЗИЛ-130	0,5
Установить коробку передач автомобиля ЗИЛ-130 на раму станда	5
Взять карданный вал	0,3

Продолжение таблицы 5

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции t_{on} , мин
Осмотреть карданный вал	0,6
Соединить вал коробки передач ЗИЛ-130 и карданный вал	4
Взять узел соединительный	0,3
Осмотреть узел соединительный	0,7
Взять поперечную направляющую (2 шт.)	0,6
Осмотреть поперечную направляющую (2 шт.)	0,8
Взять болт М20×80 ГОСТ 7805-70 (8 шт.), шайбу 20 ГОСТ 22355-77 (16 шт.)	5
Установить поперечную направляющую (2 шт.) на раму станда при помощи болтов и шайб	6
Взять стойку (4 шт.)	0,4
Осмотреть стойку (4 шт.)	0,8
Установить стойку (4 шт.) на поперечную направляющую (2 шт.) при помощи болтов, шайб и гаек	8
Взять динамометр	0,2
Осмотреть динамометр	0,4
Установить динамометр на стенд	6
Выполнить регулировочные операции перед запуском станда	15
Выполнить испытание станда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ	60
Итого:	154,9

4.2 Определение трудоемкости сборки

«Определяем общее оперативное время на все виды работ по формуле:

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots + t_{on_n}, \quad (12)$$

Определяем суммарную трудоемкость сборки изделия по формуле:

$$t_{sum}^{общ} = t_{on}^{общ} + t_{on}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (13)$$

где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах, принимается в диапазоне от 2 до 3%, принимаем равным 3%;

β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах, принимается в диапазоне от 4 до 6%, принимаем 5%» [9].

$$t_{\text{ит}}^{\text{общ}} = 154,9 + 154,9 \cdot \left(\frac{3+5}{100} \right) = 167,29 \text{ мин.}$$

4.3 Составление технологического процесса сборки станда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ

Последовательность технологических операций с указанием приспособлений и затрачиваемого на выполнение операций времени заносим в таблицу 6.

Таблица 6 – Технологический процесс сборки станда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
005	Сборочная	1	Поднять при помощи тельфера раму станда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ	Тельфер, стропы, набор ключей, гайковерт, электрическая дрель, углошлифовальная машина	79,9
		2	Осмотреть раму станда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ		
		3	Взять анкерный болт М16		
		4	Установить раму станда на предполагаемое место при помощи анкерных болтов М16 (8 шт.)		
		5	Осмотреть электродвигатель 4АНК2Б225М4		
		6	Поднять при помощи тельфера электродвигатель 4АНК2Б225М4		

Продолжение таблицы 6

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
		7	Взять болт М20×110 ГОСТ 7805-70 (7 шт.), шайбу подкладную 2.20.01 ГОСТ 11371-78 (39 шт.), шайбу пружинная 20.65 ГОСТ 640270 Г (35 шт.), шайбу подкладную 2.20.01.059 ГОСТ 11371-78 (11 шт.), гайку М20 ГОСТ 5915-70 (31 шт.)		
		8	Установить электродвигатель 4АНК2Б225М4 на раму стенда при помощи болтов, шайб подкладных, шайб пружинных, гаек		
		9	Взять подшипниковую опору в сборе с подшипником		
		10	Осмотреть подшипниковую опору в сборе с подшипником		
		11	Установить подшипниковую опору в сборе с подшипником на вал электродвигателя 4АНК2Б225М4		
		12	Осмотреть коробку передач автомобиля ЗИЛ-130		
		13	Поднять при помощи тельфера коробку передач автомобиля ЗИЛ-130		
		14	Установить коробку передач автомобиля ЗИЛ-130 на раму стенда		
		15	Взять карданный вал		
		16	Поднять при помощи тельфера раму стенда		

Продолжение таблицы 6

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
		17	для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ		
		18	Осмотреть раму стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ		
		19	Взять анкерный болт М16		
		20	Установить раму стенда на предполагаемое место при помощи анкерных болтов М16 (8 шт.)		
		21	Осмотреть электродвигатель 4АНК2Б225М4		
		22	Поднять при помощи тельфера электродвигатель 4АНК2Б225М4		
		23	Взять болт М20×110 ГОСТ 7805-70 (7 шт.), шайбу подкладную 2.20.01 ГОСТ 11371-78 (39 шт.), шайбу пружинная 20.65 ГОСТ 640270 Г (35 шт.), шайбу подкладную 2.20.01.059 ГОСТ 11371-78 (11 шт.), гайку М20 ГОСТ 5915-70 (31 шт.)		
		24	Установить электродвигатель 4АНК2Б225М4 на раму стенда при помощи болтов, шайб подкладных, шайб пружинных, гаек		
		25	Взять подшипниковую опору в сборе с подшипником		

Продолжение таблицы 6

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
		26	Осмотреть подшипниковую опору в сборе с подшипником		
		27	Установить подшипниковую опору в сборе с подшипником на вал электродвигателя 4АНК2Б225М4		
		28	Осмотреть коробку передач автомобиля ЗИЛ-130		
		29	Поднять при помощи тельфера коробку передач автомобиля ЗИЛ-130		
		30	Установить коробку передач автомобиля ЗИЛ-130 на раму стенда		
		31	Взять карданный вал		
		32	Осмотреть карданный вал		
		33	Соединить вал коробки передач ЗИЛ-130 и карданный вал		
		34	Взять узел соединительный		
		35	Осмотреть узел соединительный		
		36	Взять поперечную направляющую (2 шт.)		
		37	Осмотреть поперечную направляющую (2 шт.)		
		38	Взять болт М20×80 ГОСТ 7805-70 (8 шт.), шайбу 20 ГОСТ 22355-77 (16 шт.)		
		39	Установить поперечную направляющую (2 шт.) на раму стенда при помощи болтов и шайб		
		40	Взять стойку (4 шт.)		

Продолжение таблицы 6

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
		41	Осмотреть стойку (4 шт.)		
		42	Установить стойку (4 шт.) на поперечную направляющую (2 шт.) при помощи болтов, шайб и гаек		
		43	Взять динамометр		
		44	Осмотреть динамометр		
		45	Установить динамометр на стенд		
010	Регулировочная	1	Выполнить регулировочные операции перед запуском стенда	Набор ключей	75
		2	Выполнить испытание стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ		

Выводы по разделу.

В разделе «Технологический раздел» выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса обкатки и испытания ДВС грузовых автомобилей КамАЗ

Для описания конструктивно-технологической и организационно-технической характеристики технологического процесса обкатки и испытания ДВС грузовых автомобилей КамАЗ составлен технологический паспорт, представленный в таблице 7.

Таблица 7 – Технологический паспорт технологического процесса обкатки и испытания ДВС грузовых автомобилей КамАЗ

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Обкатка и испытание ДВС грузовых автомобилей КамАЗ	1 Установка ДВС КамАЗ на стенд. 2 Выполнение холодной обкатки ДВС КамАЗ. 3 Выполнение горячей обкатки ДВС КамАЗ без нагрузки. 4 Выполнение горячей обкатки ДВС КамАЗ с нагрузкой. 5 Снятие ДВС КамАЗ со стенда. 6 Выполнение приемки ДВС КамАЗ ОТК	Слесарь-моторист 5 разряда	Стенд для обкатки и испытания ДВС грузовых автомобилей КамАЗ кран-балка, набор инструментов, щуп, отвертка комбинированная, манометр А.60162	Спецодежда, перчатки, ветошь

5.2 Идентификация профессиональных рисков

Идентификация профессиональных рисков является частью процесса, используемого для оценки того, может ли какая-либо конкретная ситуация, предмет, вещь и так далее причинить вред. Для описания всего процесса часто используется термин «оценка риска», который включает в себя следующие этапы:

- выявление опасностей и факторов риска, которые могут причинить вред (идентификация опасностей);
- анализ и оценка риска, связанного с этой опасностью;
- определение подходящих способов устранения опасности или управления риском, когда опасность не может быть устранена (управление риском).

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при технологическом процессе обкатки и испытания ДВС грузовых автомобилей КамАЗ представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Идентификация профессиональных рисков

Выполняемая работа	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	Источник возникновения ОиВПФ
1 Установка ДВС КамАЗ на стенд. 2 Выполнение холодной обкатки ДВС КамАЗ. 3 Выполнение горячей обкатки ДВС КамАЗ без нагрузки. 4 Выполнение горячей обкатки ДВС КамАЗ с нагрузкой. 5 Снятие ДВС КамАЗ со стенда. 6 Выполнение приемки ДВС КамАЗ ОТК	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Стенд для обкатки и испытания ДВС грузовых автомобилей КамАЗ, кран-балка, технологическое оборудование агрегатного участка
	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на	Детали и агрегаты стенда для обкатки и испытания ДВС

Продолжение таблицы 8

Выполняемая работа	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	Источник возникновения ОиВПФ
	поверхностях технологического оборудования	грузовых автомобилей КамАЗ, поверхности двигателя
	Повышенный уровень шума	Стенд для обкатки и испытания ДВС грузовых автомобилей КамАЗ, технологическое оборудование агрегатного участка
	Запыленность и загазованность воздуха	Поднимающаяся пыль от инструмента, ног, транспорта
	Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой	Однообразно повторяющиеся технологические операции
	Напряжение зрительных анализаторов	
	Монотонность труда, вызывающая монотонию	

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

«В обязанности работодателя входит обеспечение мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда (Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 № 426-ФЗ). Работодатель должен направлять на эти цели, согласно статье 226 «Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда» Трудового кодекса РФ, не менее 0,2% суммы затрат на производство продукции (работ, услуг).

Специальная оценка условий труда является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации ОиВПФ производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников» [27].

«Основные мероприятия:

- а) проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ) позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить О и ВПФ и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ: информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты; разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда; установить компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда» [10].
- б) «обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами;
- в) устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;

- г) приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствии с действующими нормами;
- д) устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации, психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе; расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений;
- е) обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ;
- ж) приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране труда, обучения безопасным приемам и методам выполнения работ, оснащение кабинетов (учебных классов) по охране труда компьютерами, теле-, видео-, аудиоаппаратурой, лицензионными обучающими и тестирующими программами, проведение выставок, конкурсов и смотров по охране труда;
- з) обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов;
- и) оборудование по установленным нормам помещения для оказания медицинской помощи и (или) создание санитарных постов с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой помощи» [10].

В целях частичного снижения или полного устранения обнаруженных ОВПФ выбираем организационно-технические методы и средства с учетом действующих на данный момент времени требований нормативных документов.

Мероприятия по снижению профессиональных рисков представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования»	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [10].
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля»	Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия: – обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; – предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования. – знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015; обеспечение дистанционного управления оборудованием	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [10].
«Повышенный уровень шума»	Применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных); группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами; введение регламентированных дополнительных перерывов; проведение обязательных предварительных и периодических медосмотров	Защитные противозумные наушники, беруши противозумные» [27].

Продолжение таблицы 9

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
«Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	<p>Оздоровительно-профилактические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> – медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) и других медицинских осмотров согласно ст. 212 ТК РФ; – правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащенности средствами комплексной и малой механизации; используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе» [26]. 	–
«Монотонность труда	<ul style="list-style-type: none"> – объединение малосодержательных операций в более сложные и разнообразные: длительность объединенных операций не должна превышать 10-12 мин, иначе это повлечет снижение производственных показателей; – чрезмерное укрупнение операций может не соответствовать уровню квалификации работника. При совмещении профессий следует учитывать перенос (положительное) и интерференцию (отрицательное) взаимодействие навыков новой и совмещаемой профессии. Должны загружаться различные психофизиологические функции работника; – внедрение научно обоснованных режимов труда для предотвращения рисков 	

Продолжение таблицы 9

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
	– отбор работников на основе учета их индивидуальных психофизиологических особенностей; разработку и регулярное применение систем морального и материального стимулирования» [10].	

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Проводим идентификацию источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара (таблица 10).

Таблица 10 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
«Агрегатный участок	Технологическое оборудование, применяемое на агрегатном участке	В	Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок» [10].

Система пожаротушения является неотъемлемой частью любой противопожарной инфраструктуры. «Пожаротушение» – собирательный термин для любой инженерной группы подразделений, предназначенных для тушения пожара. Это может быть достигнуто применением огнетушащего вещества, такого как вода, пена или химические соединения.

В статье 42 Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ

представлена классификация пожарной техники:

- «системы, установки АПС (автоматическая пожарная сигнализация), АУПТ (автоматическая установка пожаротушения), СОУЭ (системы оповещения и управления эвакуацией), пожарной связи, автоматики;
- первичные: мобильные средства пожаротушения (все виды огнетушителей, пожарные краны, пожарный инвентарь);
- пожарное оборудование;
- средства индивидуального/группового самоспасения (далее – СИЗ), защиты органов дыхания;
- ручной, механизированный инструмент» [10].

«Выполним классификацию средств пожаротушения применяемых для данного технического объекта:

- первичные средства пожаротушения – внутренний пожарный кран, щит пожарный с песком и инвентарем (лом, багор пожарный, топор, комплект для резки электропроводов, лопата совковая, полотно асбестовое), универсальный огнетушитель порошковый ОП-10 – 1 шт., воздушно-пенный огнетушитель ОВП-12 – 1 шт.;
- мобильные средства пожаротушения предназначены для тушения пожаров с возможностью перемещения (мотопомпа для тушения возгораний);
- стационарные средства пожаротушения состоят из трубопроводов, в случае с наполнением из воды, пара или пены. Система трубопроводов соединяет автоматические устройства и оборудование. Приборы реагируют на повышенную температуру, сигнал передается на датчики. Затем происходит включение насосов, подающих воду» [10].

Выполним разработку мероприятий по соблюдению требований пожарной безопасности в целях обеспечения пожарной безопасности,

определяющих порядок поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий.

Перечень мероприятий по пожарной безопасности при технологическом процессе обкатки и испытания ДВС грузовых автомобилей КамАЗ представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при технологическом процессе обкатки и испытания ДВС грузовых автомобилей КамАЗ

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности
«Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия
Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись
Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ
Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ
Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия
Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143-2009, ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах
Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [28]

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса обкатки и испытания ДВС грузовых автомобилей КамАЗ

Выполняем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при технологическом процессе обкатки и испытания ДВС грузовых автомобилей КамАЗ и сведем их в таблицу 12.

Таблица 12 – Идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов

Технологический процесс	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
«Обкатка и испытание ДВС грузовых автомобилей КамАЗ	Мелкодисперсная пыль в воздушной среде, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей	–	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые и коммунальные отходы коммунальный мусор)» [30].

Выполним разработку экологических факторов, возникающих при обкатке и испытания ДВС грузовых автомобилей КамАЗ:

- «атмосферу – применение фильтрующих элементов в вытяжных устройствах и своевременная их замена;
- гидросферу – контроль за процессами утилизации и захоронения выбросов, стоков и осадков сточных вод. Персональная ответственность за охрану окружающей среды» [22];
- литосферу – спецодежда, пришедшая в негодность, применяется как вторичное сырье, металлический лом, стружка отправляется на переплавку, твердые бытовые и коммунальные отходы сортируются и перерабатываются или сжигаются, отработанное масло собирается и перерабатывается» [13].

Выводы по разделу.

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта»:

- разработан Технологический паспорт технологического процесса обкатки и испытания ДВС грузовых автомобилей КамАЗ;
- выявлены профессиональные риски при технологическом процессе обкатки и испытания ДВС грузовых автомобилей КамАЗ и определены методы и средства их снижения;
- идентифицирован класс и опасные факторы пожара, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе обкатки и испытания ДВС грузовых автомобилей КамАЗ;
- идентифицированы экологические факторы, возникающие при технологическом процессе обкатки и испытания ДВС грузовых автомобилей КамАЗ и разработаны мероприятия по их снижению.

6 Экономическая эффективность проекта

«Для определения финансовых затрат на разработку конструкции стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ

$$C_{\text{кон}} = C_{\text{к.д}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{п.д}} + C_{\text{о.н}}, \quad (14)$$

где $C_{\text{к.д}}$ – стоимость изготовления корпусных деталей, р.;

$C_{\text{о.д}}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей, р.;

$C_{\text{сб.п}}$ – полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{\text{п.д}}$ – цена покупных деталей, изделий, агрегатов, р.;

$C_{\text{о.н}}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, р.» [11].

«Стоимость изготовления корпусных деталей рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{к.д}} = Q_{\text{к}} \cdot C_{\text{к}}, \quad (15)$$

где $Q_{\text{к}}$ – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг;

$C_{\text{к}}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, р./кг» [11].

В таблице 13 представлена стоимость изготовления корпусных деталей.

Таблица 13 – Стоимость изготовления корпусных деталей

Деталь	Марка металла	Масса материала заготовок, кг	Масса деталей, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Рама для стенда из стандартного металлопроката	Ст3	650	580	79,2	51480
Итого:	–	–	–	–	51480

$$C_{к.д} = 580 \cdot 79,2 = 51480 \text{ р.}$$

«Затраты на изготовление оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_{о.д} = C_{п.р.н} + C_M, \quad (16)$$

где $C_{п.р.н}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, с учетом дополнительной зарплаты и отчислений, р.;

C_M – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, р.» [11].

«Зарботную плату рассчитываем по формуле:

$$C_{п.р.} = t \cdot C_q \cdot k_t, \quad (17)$$

где t – средняя трудоемкость на изготовление отдельных деталей, устройство имитации компрессии – 1 шт., муфта – 1 шт., передний карданный вал – 1 шт., трудоёмкость на изготовление деталей: устройство имитации компрессии – 1,65 чел.-ч., муфта – 1,4 чел.-ч., передний карданный вал – 1,2 чел.-ч.

$$t = (1 \cdot t_{\text{устройство имитации компрессии}} + 1 \cdot t_{\text{муфта}} + 1 \cdot t_{\text{пер. карданный вал}}),$$

$$t = 1 \cdot 1,65 + 1 \cdot 1,4 + 1 \cdot 1,2 = 4,25 \text{ чел.-ч.}$$

C_q – часовая ставка рабочих, отчисляемая по среднему разряду, р./ч;

k_t – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, принимаем равным 1,030» [11].

«Тарифная ставка определяется на основании минимального размера оплаты труда (далее – МРОТ). Для Самарской области с 1 июня 2022 года МРОТ составляет 15279 р.

Принимаем тарифную ставку из учета МРОТ для первого разряда: $15279/(7 \cdot 21) = 103,94$ р./ч. Для остальных разрядов с учётом тарифной сетки: I – 1,0; II – 1,12; III – 1,26; IV – 1,42; V – 1,60; VI – 1,80» [11].

Дальнейшие расчёты ведём по IV разряду: $103,94 \cdot 1,42 = 147,59$ р./ч.

$$C_{\text{ПР}} = 4,25 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 646,08 \text{ р.}$$

Определяем дополнительную заработную плату по формуле:

$$C_{\text{Д}} = (5 \dots 12) \cdot C_{\text{ПР}} / 100, \quad (18)$$

$$C_{\text{Д}} = 10 \cdot 646,08 / 100 = 64,61 \text{ р.}$$

Начисления на заработную плату определяем по формуле:

$$C_{\text{СОЦ}} = 30 \cdot (C_{\text{ПР}} + C_{\text{Д}}) / 100, \quad (19)$$

$$C_{\text{СОЦ}} = 30 \cdot (646,08 + 64,61) / 100 = 213,2 \text{ р.,}$$

$$C_{\Sigma \text{ПР}} = 646,08 + 64,61 + 213,2 = 923,89 \text{ р.}$$

В таблице 14 представлена заработная плата на изготовление оригинальных деталей.

Таблица 14 – Заработная плата на изготовление оригинальных деталей

Значение	Сумма, руб.
Заработная плата	646,08
Дополнительная заработная плата	64,61
Начисления на заработную плату	213,2
Итого:	923,89

«Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_M = C \cdot Q_3, \quad (20)$$

где C – цена 1 кг материала заготовок, р./кг;

Q_3 – масса заготовки, кг» [11].

В таблице 15 представлена стоимость материала для изготовления оригинальных деталей.

Таблица 15 – Стоимость материала заготовок на изготовление оригинальных деталей

Наименование детали	Материал	Количество, шт.	Общая масса материала, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Устройство имитации компрессии	Сталь 3	1	1	65,9	65,9
Муфта	Сталь 3	1	1,8	65,9	118,62
Передний карданный вал	Сталь 20	1	6	78	468
Итого:	–	–	–	–	652,52

$$C_M = 1 \cdot 65,9 + 1,8 \cdot 65,9 + 6 \cdot 78 = 652,52 \text{ р.}$$

$$C_{ОД} = 923,89 + 652,52 = 1576,41 \text{ р.}$$

«Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определяется по формуле:

$$C_{СБ.П} = C_{СБ} + C_{Д.СБ} + C_{СОЦ.СБ}, \quad (21)$$

где $C_{СБ}$ – основная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{Д.СБ}$ – дополнительная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{СОЦ.СБ}$ – страховые взносы в фонды, р.» [11].

«Основная заработная плата рабочих, занятых на сборке рассчитывается по формуле:

$$C_{CB} = T_{CB} \cdot C_{д.СБ} \cdot k_t, \quad (22)$$

где T_{CB} – нормативная трудоемкость на сборку конструкции, чел.-ч.

Значение определяем по формуле:

$$T_{CB} = k_C \cdot \Sigma t_{CB}, \quad (23)$$

где t_{CB} – трудоемкость сборки составных частей, чел.-ч ;

k_C – коэффициент, учитывающий непредусмотренные работы, 1,1...1,5» [11].

По справочным данным принимаем трудоемкость сборки составных частей станда равной 9 чел.-ч.

$$T_{CB} = 1,25 \cdot 9 = 11,25 \text{ чел.-ч.}$$

Тогда заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определится:

$$C_{CB} = 11,25 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 1710,2 \text{ р.,}$$

$$C_{д.СБ} = 0,1 \cdot 1710,2 = 171,02 \text{ р.,}$$

$$C_{соц.СБ} = 0,3 \cdot (1710,2 + 171,02) = 564,37 \text{ р.,}$$

$$C_{СБ.П} = 1710,2 + 171,02 + 564,37 = 2445,58 \text{ р.}$$

В таблице 16 представлена полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке.

Таблица 16 – Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке

Значение	Сумма, руб.
Основная заработная плата	1710,2
Дополнительная заработная плата	171,02
Страховые взносы в фонды	564,37
Итого	2445,58

«Общепроизводственные накладные расходы на изготовление приспособления определяем по формуле:

$$C_{OH} = \frac{(C'_{PP} \cdot R_{OH})}{100}, \quad (24)$$

где C'_{PP} – основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении, р.;

R_{OH} – процент общепроизводственных накладных расходов, %» [11].

$$C'_{PP} = (C_{PP} + C_{СБ}). \quad (25)$$

Подставив числовые значения в формулу (24, 25) получим:

$$C'_{PP} = 646,08 + 1710,2 = 2356,28 \text{ р.}$$

$$C_{OH} = \frac{(2356,28 \cdot 15)}{100} = 353,44 \text{ р.}$$

Для данной конструкции необходимо приобрести следующие компоненты: электродвигатель 4АНК2Б225М4 – 1 шт., плита под электродвигатель – 1 шт., коробка передач ЗИЛ-130 – 1 шт., динамометр – 1 шт., подшипниковая опора – 2 шт., а также метизы. Перечень покупных деталей представлен в таблице 17 [29].

Таблица 17 – Затраты по статье «Материалы» на конструкторскую разработку

Значение	Количество, шт.	Цена, руб.	Сумма, руб.
Электрический двигатель 4АНК2Б225М4	1	175000	175000
Плита под электродвигатель	1	10000	10000
Коробка передач ЗИЛ-130	1	20000	20000
Динамометр	1	21000	21000
Подшипниковая опора	2	3500	7000
Болт	35	4,1	143,5
Гайка	55	3,4	187
Шайба	85	2	170
Шпонка 18×20×25	1	120	120
Грунт-эмаль	1	1250	1250
Краска акриловая по металлу Tikkurila Metallista	1	1920	1920
Итого:			236790,5

$$C_{ИД} = 175000 + 10000 + 20000 + 21000 + 7000 + 143,5 + 187 + 170 + 120 + 1250 + 1920 = 236790,5 \text{ р.}$$

Определим затраты на изготовление конструкции и сведем их в таблицу 18.

$$C_{КОН} = 51480 + 1576,41 + 2445,58 + 353,44 + 236790,5 = 292645,93 \text{ р.}$$

Таблица 18 – Затраты на изготовление конструкции

Значение	Сумма, руб.
Стоимость изготовления корпусных деталей	51480
Затраты на изготовление оригинальных деталей	1576,41
Затраты на сборку	2445,58
Общепроизводственные накладные расходы	353,44
Стоимость покупных изделий (деталей)	236790,5
Итого:	292645,93

Общие затраты на изготовление конструкции для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ равны 292645,93 р.

Далее рассчитаем годовую экономию, годовой экономический эффект и срок окупаемости разработки.

«Годовая экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции составит:

$$\mathcal{E}_Г = C_{ПР} - C_{КОН}, \quad (26)$$

где $C_{ПР}$ – стоимость прототипа, р.» [11].

$$\mathcal{E}_Г = 870000 - 292645,93 = 577354,07 \text{ р.}$$

Срок окупаемости определяем по формуле:

$$O_{ОК} = \frac{C_{КОН}}{\mathcal{E}_Г}, \quad (27)$$

$$O_{ОК} = \frac{292645,93}{577354,07} = 0,5 \text{ года.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения конструкции составит:

$$\mathcal{E}_{ЭФ} = \mathcal{E}_Г - 0,15 \cdot C_{КОН} \quad (28)$$

$$\mathcal{E}_{ЭФ} = 577354,07 - 0,15 \cdot 292645,93 = 533457,17 \text{ р.}$$

В таблице 19 представлены основные показатели проекта.

Таблица 19 – Основные показатели проекта

Показатели	Единица измерения	Значение	
		До внедрения	После внедрения
Стоимость изготовления конструкции	р.	870000	292645,93
Экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции	р.	–	577354,07

Продолжение таблицы 19

Показатели	Единица измерения	Значение	
		До внедрения	После внедрения
Экономический эффект	р.	–	533457,17
Срок окупаемости	год	–	0,5

Выводы по разделу.

В разделе «Экономическая эффективность проекта» определена эффективность разработки стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ с экономической стороны. Стоимость разработки стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ составляет 292645,93 р., срок окупаемости равен 0,5 года.

Заключение

В данном дипломном проекте была разработана конструкция стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было сделано следующее:

- рассмотрены общие требования предъявляемые к двигателю при обкатке, различные виды обкатки: холодная, горячая без нагрузки, горячая под нагрузкой;
- сопоставлены совокупности существенных признаков проектируемого объекта и аналогов, выбранных ранее из патентного поиска, объект не обладает критериями патентоспособности: изобретательский уровень, новизна;
- разработаны техническое задание и предложение на разработку стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ, выполнены конструкторские расчеты стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ. Разработанная конструкция стенда проста в изготовлении и сборке, составляющие элементы конструкции доступны в продаже и легко заменяемы в случае ремонта;
- выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ;
- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта;
- определена эффективность разработки стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ с экономической стороны. Стоимость разработки стенда для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ составляет 292645,93 р.

Список используемой литературы и используемых источников

1 Андросенко М. В. Проектирование технологического оборудования с применением САПР : учебное пособие / М. В. Андросенко, О. А. Филатова ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова". - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

2 Ануриев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : В 3-х т. / В. И. Ануриев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1982-. - 22 см. Т. 2. - М. : Машиностроение, 1982. - 584 с.

3 Беляев В. П. Стендовые испытания автомобилей и тракторов : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности "Автомобиле- и тракторостроение" / В. П. Беляев; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. "Автомобили". - Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2018. - 55, [1] с.

4 Бондаренко Е. В. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профиль подготовки «Автомобили и автомобильное хозяйство») / Е. В. Бондаренко, Р. С. Фаскиев. - Москва : Академия, 2015. - 302, [1] с. : ил.

5 Брылев И. С. Расчет систем и механизмов транспортных средств : учебное пособие для студентов, магистров, аспирантов и преподавателей строительных, технических и автомобильно-дорожных университетов по направлению подготовки и специальностям: 15.03.03 (15.04.03)-"Прикладная механика", 23.03.03 (23.04.03)-"Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", 23.03.01 (23.04.01)-"Технология транспортных процессов", 23.03.02 (23.04.02)-"Наземные транспортно-технологические

комплексы", 23.05.01-"Наземные транспортно-технологические средства" / И. С. Брылев, С. А. Евтюков, П. А. Кравченко. - Санкт-Петербург : Петрополис, 2019. - 111 с.

6 Васильев В. И. Основы проектирования технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / В. И. Васильев, А. В. Савельев, Р. А. Зиганшин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Курганский государственный университет". - Курган : Курганский государственный университет, 2020. - 92 с.

7 Власов Ю. А. Проектирование технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / Ю. А. Власов, Н. Т. Тищенко ; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования, Томский гос. архитектурно-строительный ун-т. - Томск : Изд-во Томского гос. архитектурно-строительного ун-та, 2017. - 345 с

8 Воронов Д. Ю. Разработка сборочных технологических процессов [Электронный ресурс] : электронное учебно-методическое пособие / Д. Ю. Воронов, А. В. Щипанов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения, Кафедра "Оборудование и технологии машиностроительного производства". - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : ил.; 12 см

9 Герасимов М. Д. Конструкции наземных транспортно-технологических машин [Текст] : практикум : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - "Наземные транспортно-технологические средства" / М. Д. Герасимов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т (БГТУ) им В. Г. Шухова, 2018. - 115 с.

10 Горина Л. Н., Фесина М. И. Раздел бакалаврской работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие (2-е изд. Доп.). - Тольятти: изд-во ТГУ, 2021. –22 с.

11 Демура Н. А. Экономика предприятия [Текст] : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства и направления подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование / Н. А. Демура, Л. И. Ярмоленко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова, 2018. - 124 с.

12 Дрючин Д. А. Проектирование производственно-технической базы автотранспортных предприятий на основе их кооперации с сервисными предприятиями [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства / Д. А. Дрючин, Г. А. Шахлевич, С. Н. Якунин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Оренбургский государственный университет". - Оренбург : ОГУ, 2016. - 124 с

13 Испытания машин : учебное пособие / В. В. Новиков, А. В. Поздеев, А. С. Дьяков, П. В. Потапов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Волгоградский государственный технический университет. - Волгоград : ВолгГТУ, 2020. - 135, [1] с.

14 Кудрявцев Е. М. Компьютерное моделирование, проектирование и расчет элементов машин и механизмов [Текст] : учебное пособие по направлению 25.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства", профиль "Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование" / Е. М. Кудрявцев. - Москва : АСВ, 2018. - 327 с.

15 Малкин В. С. Основы проектирования технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта : электронное

учебно-методическое пособие / В. С. Малкин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения, Кафедра "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2019. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

16 Метод испытания металлов на циклическую трещиностойкость при продольном сдвиге / А. Е. Андрейкив, И. П. Гордынский, В. А. Зазуляк, Я. Л. Иваницкий. - Львов : ФМИ, 1987. - 22 с.

17 Михайлов В. А. Экологичные системы защиты воздушной среды объектов автотранспортного комплекса : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / В. А. Михайлов, Е. В. Сотникова, Н. Ю. Калпина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 213 с.

18 Набоких В. А. Испытания автомобиля [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 550100 "Автомобиле- и тракторостроение" / В. А. Набоких. - Москва : ФОРУМ, 2015. - 223 с.

19 Основы расчета и проектирования технологического оборудования : учебное пособие / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева" ; сост. Н. А. Андреева. - Кемерово : Кузбасский гос. технический ун-т им. Т. Ф. Горбачева, 2020. - 113 с.

20 Петров В. И. Технологическое оборудование предприятий автомобильного транспорта [Текст] : учебное пособие / В. И. Петров, Н. В. Григорьева ; Минобрнауки России, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Тульский гос. ун-т". - Тула : Изд-во ТулГУ, 2012-. - 21 см. Ч. 2: Типаж, проектирование и эксплуатация технологического оборудования. - 2012. - 545 с.

21 Прейс В. В. Методологические основы проектирования технологических машин и оборудования [Текст] : учебное пособие / В. В. Прейс ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. образования "Тульский гос. ун-т". - Тула : ТулГУ, 2015. - 103 с.

22 Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования : учебное наглядное пособие по направлению подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства : учебное наглядное электронное издание / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Кафедра механизации строительства ; составители: Д. Ю. Густов, М. А. Степанов. - Москва : Изд-во МИСИ-МГСУ, 2020. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : ил.; 12 см.

23 Проектирование технологического оборудования : учебное пособие / И. Р. Кузеев, С. С. Хайрудинова, М. И. Баязитов [и др.] ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Уфимский государственный нефтяной технический университет". - Уфа : УГНТУ, 2018. - 140 с.

24 Соломатин Н. С. Испытания узлов, агрегатов и систем автомобиля [Текст] : учебное пособие : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 190109 "Наземные транспортно-технологические средства" / Н. С. Соломатин ; М-во образования и науки Российской Федерации, Тольяттинский гос. ун-т, Ин-т машиностроения, Каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - 2-е изд. - Тольятти, Самарская обл. : Изд-во ТГУ, 2013. - 142 с.

25 Справочник конструктора : справочно-методическое пособие / [Б. П. Белозеров и др.] ; под ред. И. И. Матюшева. - Санкт-Петербург : Изд-во Политехника, 2006 (СПб. : Техническая книга). - 1025 с.

26 Сырямин Ю. Н. Эксплуатационные испытания автомобилей : практикум / Ю. Н. Сырямин, А. Ю. Кирпичников, А. С. Алехин ; Сибирский государственный университет путей сообщения. - Новосибирск : Издательство Сибирского государственного университета путей сообщения, 2020. - 72, [1] с.

27 Технологические процессы технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей : лабораторный практикум : учебное пособие для обучающихся по направлениям подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (профиль: Автомобили и автомобильное хозяйство), уровень образования - бакалавриат, 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (специализация: Автомобили и тракторы), уровень образования - специалитет / А. В. Агафонов, П. А. Табаков, Д. И. Федоров, В. В. Чегулов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский политехнический университет, Чебоксарский институт (филиал). - Чебоксары : Политех, 2019. - 162 с.

28 Халтурин Д. В. Испытание автомобилей и тракторов [Текст] : практикум для студентов 5-го курса, обучающихся по профилю "Автомобили и тракторы" направления подготовки 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" / Д. В. Халтурин, Н. И. Финченко, А. В. Давыдов. - Томск : Изд-во ТГАСУ, 2017. - 171 с.

29 Шубин А. А. Разработка технологического процесса изготовления детали [Текст] : учебное пособие к выполнению курсового проекта по дисциплине "Технология производства наземных транспортно-технологических средств" / А. А. Шубин ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (Национальный исследовательский университет), Калужский филиал. - Калуга : Манускрипт, сор. 2018. - 65 с.

30 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.

31 Garrett T.K. The Motor Vehicle / T.K Garrett, K. Newton, W. Steeds. 13th ed. - Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014. - 1214 p.

32 Genta G. The Automotive Chassis. Vol. 2: System Design / Prof. Dr. Giancarlo Genta, Prof. Dr. Lorenzo Morello. - [Without locations], Netherlands : Springer Science+Business Media, 2009. - 832 p.

33 Jazar N.R. Vehicle Dynamics: Theory and Application. — New York: Springer, 2008. - 1015 p.

34 Wong, J.Y. Theory of ground vehicles .-2nd ed., NY, 2013. - 435 p.

35 Zanten A., Erhardt R., Pfaff G. An Introduction to Modern Vehicle Design /Edited by Julian Happian-Smith. Reed Educational and Professional Publishing Ltd 2012. - 600 p.

Приложение А
Спецификации

Формат Зона		Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание	
							Перв. примен.
<u>Документация</u>							
A4			22.ДП.ПЭА.173.6100.000.ПЗ	Пояснительная записка	1		
A1			22.ДП.ПЭА.173.6100.000.СБ	Сборочный чертеж	2		
<u>Сборочные единицы</u>							
		1	22.ДП.ПЭА.173.6101.000	Рама			
		2	22.ДП.ПЭА.173.6102.000	Коробка передач автомобиля ЗИЛ-130	1		
A1		3	22.ДП.ПЭА.173.6103.000	Узел соединительный	1		
		4	22.ДП.ПЭА.173.6104.000	Подшипниковая опора с подшипником в сборе	2		
		5	22.ДП.ПЭА.173.6105.000	Динамометр	1		
		6	22.ДП.ПЭА.173.6106.000	Стойка	4		
		7	22.ДП.ПЭА.173.6107.000	Карданный вал	1		
		8	22.ДП.ПЭА.173.6107.000	Кронштейн коробки передач	1		
<u>Детали</u>							
		9	22.ДП.ПЭА.173.6100.0009	Муфта соединительная	1		
		10	22.ДП.ПЭА.173.6100.0010	Ступица ведомого диска сцепления	1		
		11	22.ДП.ПЭА.173.6100.0011	Поперечная направляющая	2		
22.ДП.ПЭА.173.6100.000							
Изм.		Лист	№ док-м.	Подп.	Дата		
Разраб.		Белый					
Пров.		Угарова					
Н.контр.		Угарова					
Утв.		Бабровский					
Стенд для обкатки и испытаний ДВС грузовых автомобилей КамАЗ					Лит.	Лист	Листов
						1	2
					ТГУ ИМ гр. АТС-1701В		
Копировал					Формат А4		

Рисунок А.1 – Спецификация на стенд для обкатки и испытаний ДВС
грузовых автомобилей КамАЗ

