

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 – Агроинженерия

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра «Общеинженерные дисциплины»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Проектирование участка ремонта трансмиссий с разработкой
стенда для обкатки КПП»

Шифр ВКР 35.03.06.158.21.УРТ.00.00.ПЗ

Студент группы Б272-06у


Сафин М.И.

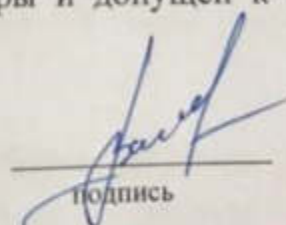
Руководитель профессор
ученое звание


подпись

Яхин С.М.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите (протокол № 9 от
9 марта 2021 г.)

Зав. кафедрой доцент
ученое звание


подпись

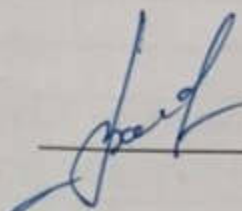
Пикмуллин Г.В.,
Ф.И.О.

Казань – 2021 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Кафедра «Общеинженерные дисциплины»
Направление: 35.03.06– Агроинженерия
Профиль: Технический сервис в АПК

Зав. кафедрой



«УТВЕРЖДАЮ»
/Пикмуллин Г.В./
«12» января 2021 г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу

Студенту: Сафину Максиму Игоревичу

Тема ВКР: Проектирование участка ремонта трансмиссий с разработкой
стенда для обкатки КПП _____

_____ утверждена приказом по вузу от « 24 » февраля 2021 г. № 51

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР: 09.03.2021

2. Исходные данные: материалы собранные в период преддипломной
практики, справочники, книги по тематике ВКР

3. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1. Литературно-патентный
обзор; 2. Технологическая часть- проектирование участка ремонта
трансмиссии с разработкой стенда для обкатки КПП; 3. Конструкторская
часть- разработка стенда для обкатки КПП

4. Перечень графических материалов: 1. Технологическая планировка участка ремонта трансмиссии. 2. Обзор существующих конструкций 3. Сборочный чертеж станда для обкатки КПП; 4. Деталировка, 5. Экономическое обоснование

5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	Гаязиев И.Н.
Экономическое обоснование	Сафиуллин И.Н.
Конструкторская часть	Яхин С.М.

6. Дата выдачи задания 12.01.2021

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Состояние вопроса (обзор литературы)	16.02.2021	
2.	Разработка технологической и конструкторской части	28.02.2021	
3	Оформление ПЗ	01.03.2021	

Студент _____ (Сафин М.И.)

Руководитель ВКР _____ (Яхин С.М.)

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Сафина Максима Игоревича «Проектирование участка ремонта трансмиссий с разработкой стенда для обкатки КПП».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 65 страницах машинописного текста и графической части на 5 листах. Записка состоит из введения, 3 разделов, выводов и предложений, и включает 9 рисунков и 10 таблиц. Список используемой литературы содержит 21 наименований.

В первом разделе представлен литературно-патентный анализ существующих способов и конструкций по очистке отработанных моторных масел.

Во втором разделе представлен расчет участка по ремонту трансмиссии.

В третьем разделе приведено обоснование разрабатываемой конструкции, дано описание проектируемой конструкции, проведены конструктивные расчеты. Так же рассмотрены вопросы по охране труда, защиты окружающей среды, физической культуры на производстве и представлен экономический расчет разработанной конструкции

Пояснительная записка также содержит выводы и предложения, список использованной литературы и спецификации.

ABSTRACT

To the final qualifying work of Safin Maxim Igorevich «Design of the transmissions repair site with the development of a stand for running-in of the gearbox».

The final qualification work consists of an explanatory note on 65 pages of typewritten text and a graphic part on 5 sheets. The note consists of an introduction, 3 sections, conclusions and suggestions, and includes 9 figures and 10 tables. The list of used literature contains 21 titles.

The first section presents a literature and patent analysis of existing methods and designs for cleaning used engine oils.

In the second section, the calculation of the transmission repair site is presented.

In the third section, the justification of the developed design is given, the description of the designed design is given, and structural calculations are carried out. The issues of labor protection, environmental protection, physical culture at work are also considered and the economic calculation of the developed design is presented

The explanatory note also contains conclusions and suggestions, a list of references and specifications.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР.....	10
1.1 Общие вопросы обкатки КПП.....	10
1.2 Обзор существующих конструкций.....	13
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	34
2.1 Режим работы предприятия и годовые фонды времени.....	34
2.2 Расчет количества рабочих	35
2.3 Расчет количества технологического оборудования.....	36
2.4. Расчет количества рабочих мест	37
2.5. Расчет площади и разработка технологической планировки участка.....	38
2.6. Расчёт потребности в энергоресурсах.....	39
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	41
3.1 Обоснование конструкторских решений.....	41
3.2 Анализ прототипов.....	42
3.3 Описание конструкции и принципа работы.....	43
3.4 Конструктивные расчеты.....	44
3.5 Безопасность жизнедеятельности на производстве.....	47
3.6 Экологическая безопасность.....	51
3.7 Физическая культура на производстве.....	51
3.8 Экономическое обоснование.....	52
ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	60

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	61
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	63

ВВЕДЕНИЕ

Современные трансмиссии становятся все более сложными, «умными» и плавными. Тренд движется в сторону бесступенчатого переключения, и это повышает требования к смазочным материалам

Современные трансмиссии, устанавливаемые на самоходной технике, позволяют оператору работать практически в автоматическом режиме, не совершая ошибок во время эксплуатации. И все же «здоровье» этого сложного узла полностью зависит от грамотного обслуживания и в первую очередь от правильного выбора смазочных материалов. А учитывая стремление к увеличению межсервисных интервалов с целью снижения стоимости владения техникой, эта тема становится еще более актуальной.

Как избежать проблем с трансмиссией и наслаждаться работой техники в течение всего срока ее эксплуатации; почему важно тщательно подойти к выбору смазочного материала; какими последствиями чреват неправильный выбор трансмиссионного и гидротрансмиссионного масла; можно ли найти достойную альтернативу оригинальным маслам?

Стенды испытания трансмиссий предназначены для оценки технического состояния новых и отремонтированных коробок перемены передач (КПП).

Стенды предназначены для:

1. Определения расходных характеристик при различных заданных оборотах и температурах масла;
2. Определения мощности, затрачиваемой на привод, в зависимости от оборотов при различных заданных температуре масла и противодавлении на выходе из насоса;
3. Ресурсных испытаний насоса.

Преимущества стендов испытания трансмиссий (КПП):

1. Автоматизированное проведение испытаний;
2. Возможность ведения архива проведенных испытаний;

3. Высокая надежность силовой части;
4. Гибкость для адаптации к специальным задачам.

В данной работе как раз рассматриваются вопросы обкатки КПП.

1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Общие вопросы обкатки КПП

Любая механическая коробка передач состоит из валов, подшипников, шестерен и синхронизаторов, но все эти детали не смогут работать без масла. Масло обеспечивает смазочную пленку, защиту от износа, легкость переключения передач, отвод тепла и очистку деталей от отложений. Несмотря на то, что масло обладает моющими свойствами и очищает детали, оно же является и источником загрязнений, наряду с продуктами износа трансмиссии. Но коробка передач загрязняется изнутри далеко не всегда. Что же может произойти, чтобы коробка передач загрязнилась?

Самый распространенный случай – попадание воды. Да, да коробка передач негерметична. Меняется температура, коробка разогревается, затем остывает, поэтому, чтобы не создавалось избыточное давление или вакуум, коробка имеет связь с атмосферой. Клапан, который обеспечивает приток или отток воздуха, называется сапун. Сапун находится в верхней части коробки, чтобы через него не выбрасывало масло. В обычных условиях эксплуатации все работает как и положено, но стоит попасть в глубокую лужу, коих в нашей стране не счесть, вода закрывает сапун, коробка резко охлаждается в воде и вода засасывается внутрь коробки передач. Вместо масла образуется эмульсия. Это плохо не только из-за ухудшения смазки. Если масло вовремя не заменить и эмульсия находится в коробке достаточно долго, то начинается процесс гидролиза, то есть масло превращается в «мыло». Только это «мыло» уже ничего не моет и не смазывает. Масло полностью теряет рабочие свойства и представляет из себя неприятную на вид, грязную мазь, которая даже не сливается с коробки.

Менее распространенный случай – длительный перегрев коробки. Долгая езда на высокой скорости или в условиях бездорожья, буксировка тяжелого прицепа разогревает коробку передач значительно сильнее

допустимого. Масло начинает «свариваться», образуя мазь, как и в предыдущем случае, только более темного цвета.

Загрязнения в поддоне картера коробки, а также ровным слоем на других частях, образуются из окислившегося масла и продуктов износа при редкой смене масла, превышении интервала замены.

Простая замена масла не очистит коробку передач, нужны специальные меры. Специалисты разберут агрегат, тщательно промоют каждую деталь, но такой путь чрезвычайно затратен и не быстр. Значительно проще использовать специализированную промывку. Непосредственно перед штатной заменой масла, в проблемную коробку заливается специальная промывка. Далее, двигатель автомобиля нужно завести и оставить работать на 10-15 минут на холостом ходу. Куда-либо ехать или переключать передачи нет необходимости, так как на холостом ходу все валы коробки крутятся, масло циркулирует, механизм полноценно очищается. Далее, содержимое коробки передач, или моста, сливается, заливается свежее масло. Примечание: перед добавкой промывки агрегат должен иметь рабочую температуру, то есть промывка будет эффективно работать только после прогревочной поездки.

Лидер немецкого рынка автохимии и масел, компания Liqui Moly GmbH выпускает специализированную промывку для механических трансмиссий - Getriebe-Reiniger. Эта промывка создана на основе нефтяных масел, обладающих отменными моющими свойствами, не действует на сальники и прокладки и практически не разжижает трансмиссионное масло. Содержит сильный моющий комплекс и антизадирные присадки для защиты трансмиссии в процессе самой промывки. Позволяет старому маслу как можно полнее слиться с агрегата.

Нет необходимости промывать механическую трансмиссию перед каждой заменой масла, хотя это и не помешает. Промывать обязательно тогда, когда были нарушены условия эксплуатации, перечисленные выше, а также в случаях возникновения проблем: плохое включение передач, шум в

работе и т.п. Устранить проблемы и продлить ресурс агрегата всегда в ваших силах. Подобрать правильное масло под практически любой автомобиль можно в программе подбора.

Обкатка МКПП. Механическая коробка передач притирается иначе. Лучше всего выехать за город и первые 50 км вести автомобиль на 3 передачи на скорости не более 50 км/ч. Обороты мотора не должны переходить за 3000. После пройденных 50 км можно прибавить скорость до 70 км/ч и включить 4 передачу. Через 100 км скорость можно повысить до 80 км/ч и перейти на 5 передачу. Шестеренки МКПП притрутся, после чего можно переходить к подготовке тормозов. На автомобилях, которые оснащены МКПП, нужно соблюдать некоторые правила: во время переключения передач выжимать сцепление полностью; первые 500 км не включать высокую передачу; во время обкатки избегать плохих дорог. Как правило, полная обкатка длится около 1000 км. После этого нужно еще 1000 км передвигаться в щадящем для механизмов режиме - не применять резких маневров и высокую скорость.

В первый период обкатки происходит интенсивное выравнивание шероховатостей поверхностей трения и их изнашивание. Это приводит к более равномерному распределению нагрузки по трущимся поверхностям. В результате увеличивается износостойкость поверхностей за счет возрастания площади контакта сопрягаемых деталей, что оказывает значительное влияние на долговечность и безотказность агрегатов.

Повышенная нагрузка на агрегаты в начальный период обкатки может вызвать высокие контактные давления, значительный локальный нагрев трущихся поверхностей, схватывание, задиры и наволакивание. Во избежание этого приработку сопрягаемых поверхностей ведут при малых скоростях, нагрузках и обильной смазке.

1.2 Обзор существующих конструкций

1. Патент РФ № 2546915. Стенд для испытания коробки передач транспортного средства. Авторы: Н.А. Кошелев, И.С. Желнов.

Изобретение относится к транспортному машиностроению и служит для переключения передач при проведении испытаний коробок передач транспортных средств, далее КП.

Существуют способы испытания механизма КП транспортных средств, реализуемые в различных конструкциях стендов: для ресурсных испытаний, для проверки на износ и долговечность элементов конструкции КП, для определения механических потерь, для проверки четкости работы механизмов управления и передачи механических усилий в КП и т.д.

Известно устройство стенда испытания КП транспортного средства по методу поглощения мощности для определения ее потерь в КП как разности моментов на балансировочно подвешенных электродвигателе и тормозном генераторе с учетом отношения числа оборотов, подаваемых на КП, к числу оборотов КП после нагрузки на выходе.

Привод механизма переключения передач работает следующим образом.

В исходном положении жесткие тяги 9, 16 находятся в положении, не препятствующем установке КП на стенд. Оператор устанавливает КП, фиксирует ее зажимами на стенде и фиксирует тяги 9, 16 при помощи быстросъемных наконечников 8 на цапфы рычагов механизма переключения передач КП. Далее начинается испытание КП под нагрузкой.

При движении оператором рукоятки 3 в плоскости, перпендикулярной оси вала 2, вал совершает поворотное движение, которое при помощи держателя 4 и рычага 5 преобразовывается в качание рычага 6 вокруг оси 20 (фиг.2). Качание рычага переходит в поступательное движение тяги 9, передвигающей рычаг выбора передачи 10 механизма переключения.

При движении рукоятки 3 в продольном направлении (вдоль оси вала 2) вал остается на месте. Поступательно начинает перемещаться тяга 12, качая рычаг 14. Качание рычага, в свою очередь, заставляет перемещаться тягу 16, воздействуя на рычаг включения передачи 17 механизма переключения.

При отпускании рукоятки 3 она под действием пружин 18, 19 возвращается в нейтральное положение.

Таким образом, на исполнительных органах механизма переключения передач КП оператором устанавливаются быстросъемные наконечники жестких тяг, траектория движения которых при включении передач совпадает с траекторией движения тросов в автомобиле, что позволяет расширить функциональные возможности. На заявляемом стенде существует возможность испытания КП со стандартным приводом, включающим штангу привода, так как внедряемое устройство не мешает работе имеющегося на стенде устройства, указанного в прототипе, так и с тросовым приводом КП.

Решение технической задачи позволяет отказаться от существенного переоборудования испытательного стенда, от использования дополнительного навесного оборудования и гидропривода.

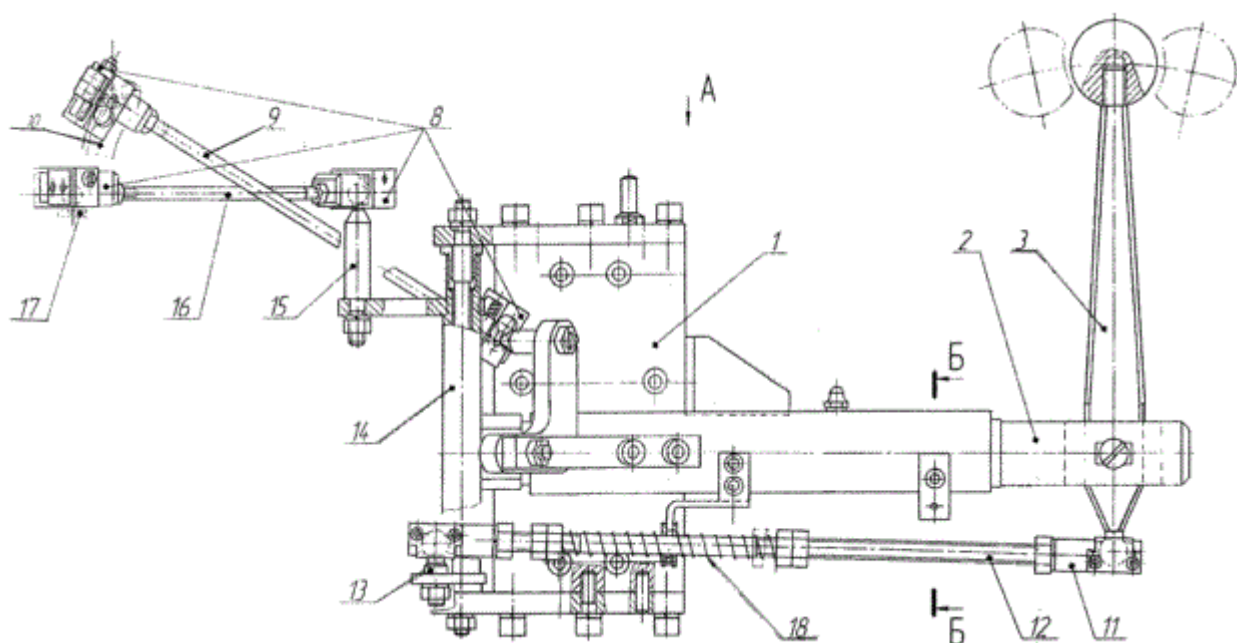


Рисунок 1.2 - Патент РФ № 2546915. Стенд для испытания коробки передач транспортного средства.

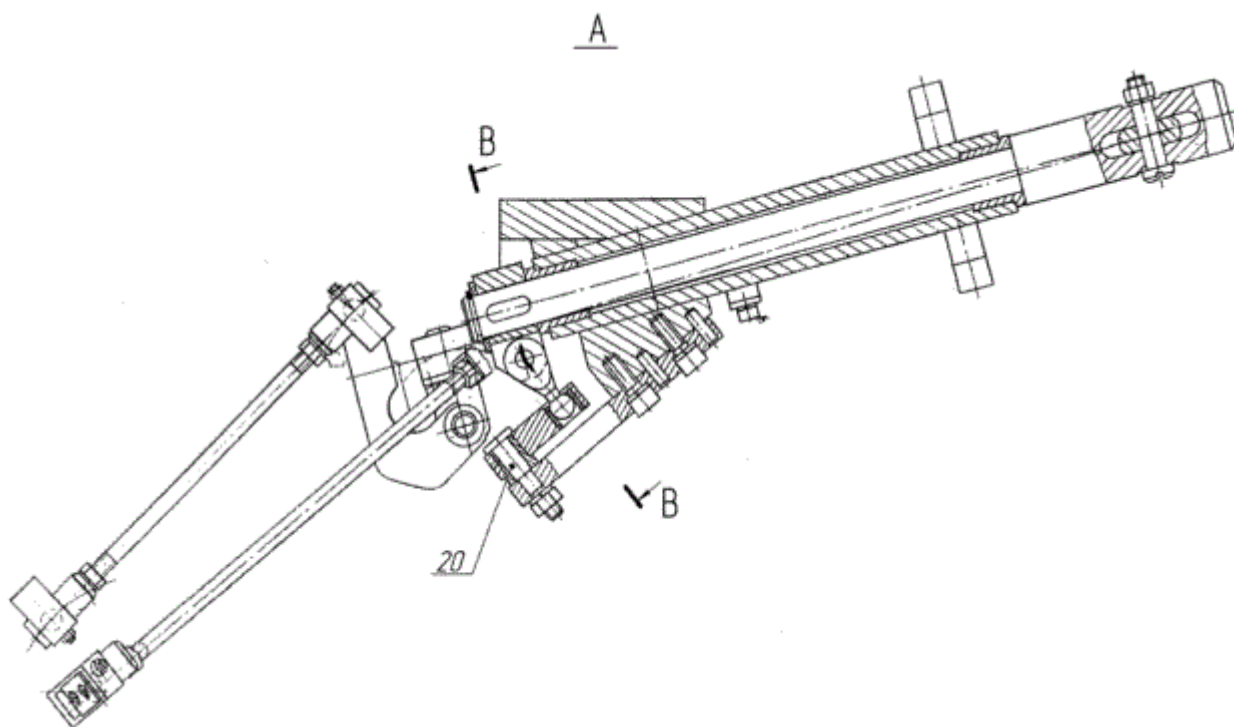


Рисунок 1.3 Патент РФ № 2546915. Стенд для испытания коробки передач транспортного средства.

2. Патент RU2664718C2. Стенд для обкатки двигателей внутреннего сгорания. Авторы: А.Я. Гулиев, Ф.Н. Тавлыбаев. Э.Ф. Тавлыбаев.

Изобретение относится к устройствам для обкатки и испытания двигателей внутреннего сгорания. Техническим результатом является обеспечение тормозного момента применительно к современным дизельным ДВС при мощности электромашины привода-тормоза, необходимой (30...40 кВт) только для привода ДВС при холодной обкатке, упрощение устройства стенда. Поставленная задача достигается тем, что предлагаемый стенд оснащен приводом-тормозом, содержащим электромашину и гидромашину, причем электромашину с двумя присоединительными выходами вала ротора, один из которых соединен с валом ДВС, другой - с валом объемной гидромашины, а электромашина в генераторном режиме работы, т.е. в

режиме тормоза, имеет пределы частоты вращения, находящиеся в пределах частоты вращения вала ДВС при горячей обкатке под нагрузкой.

В работе вал ДВС соединяют с валом гидромотора. При холодной обкатке гидромотор работает как привод питанием от насосного агрегата, а при горячей - как насос приводом от ДВС, питанием также от насосного агрегата. Частоту оборотов вала ДВС при холодной обкатке настраивают двумя клапанами на подаче от насосного агрегата в гидромотор, а тормозной момент на валу гидромотора - клапаном на сливе от него в бак.

Недостаток устройства заключается в использовании в качестве тормоза аксиально-поршневого гидромотора, работающего как насос, что: во-первых, не обеспечивает в виду обычно малого рабочего объема, следовательно тормозного момента гидромоторов, достаточного тормозного момента применительно для современных мощных и с высоким максимальным крутящим моментом (1000...2500 Н×м и более) дизельных ДВС; во-вторых, работа сопровождается в такт хода поршней пульсацией давления масла, что вызывает колебания тормозного момента и, как установлено, отражается на качестве приработки деталей цилиндро-поршневой группы ДВС.

Задачей предлагаемого изобретения являются кратное по сравнению с аналогами снижение стоимости стенда, обеспечение диапазона тормозного момента применительно к наиболее распространенным современным форсированным дизельным ДВС при мощности ЭМ привода-тормоза, необходимой только для привода ДВС (30...40 кВт) при холодной обкатке, и при этом упрощение устройства и удобство управления работой стенда.

Поставленная задача достигается тем, что предлагаемый стенд оснащен приводом-тормозом, содержащим ЭМ и гидромашину (далее, ГМ), причем ЭМ с двумя присоединительными выходами вала ротора, один из которых соединен с валом ДВС, другой - с валом ГМ, а ЭМ в генераторном (на частоте оборотов, выше синхронной) режиме работы, т.е. в режиме тормоза, имеет пределы частоты вращения, находящиеся в пределах частоты вращения вала ДВС при горячей обкатке под нагрузкой.

Стенд (рис 1.4) состоит из рамы 1 для установки ДВС 2, привода-тормоза 3, стойки приборов 4, компьютера 5, маслоохладителя 6, коробки электропитания 7, устройства плавного пуска 8, теплообменника 9, карданного вала 10.

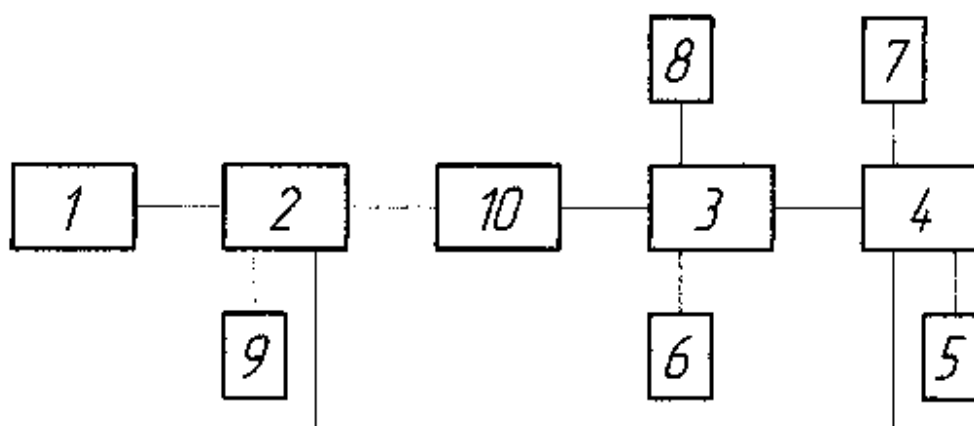


Рисунок 1.4 Патент RU2664718C2. Стенд для обкатки двигателей внутреннего сгорания.

Привод-тормоз 3 предназначен для привода ДВС при холодной обкатке и торможения при горячей обкатке, состоит из рамы 11 (рис.1.5), ЭМ 12, с датчиком 13 частоты вращения, соединительной муфты 14, ГМ 15, предохранительных клапанов 16, 19, датчика 17 давления, дросселирующего устройства 18, датчика 20 температуры, крана 21, бака 22, с датчиком 23 температуры, фильтра 24.

ГМ представляет собой объемную ГМ, предназначен для работы как гидротормоз, ЭМ - асинхронный, с короткозамкнутым ротором электродвигатель переменного тока, предназначен для работы как привод при холодной обкатке, электротормоз - при горячей обкатке с нагрузкой.

Дросселирующее устройство (далее, ДУ) 8 предназначено для создания и регулирования давления рабочей жидкости (далее, РЖ) на выходе ГМ, т.е. тормозного момента на валу, представляет собой гидравлическое дросселирующее устройство с функцией регулирования.

Стойка 4 приборов предназначена для измерения и передачи данных измерения в компьютер, визуального контроля, аварийной сигнализации работы стенда и ДВС, содержит: измерительные устройства частоты вращения вала ДВС, давления РЖ на выходе ГМ, температуры РЖ в сливном отводе ДУ, баке, масла и воды в системах смазки и охлаждения ДВС, манометры контроля давления РЖ в маслоохладителе стенда и системе смазки ДВС, измерительный преобразователь активной мощности тока. Преобразователь измеряет мощность ЭМ: приводную - при холодной обкатке, тормозную - при горячей обкатке, проверке рабочих параметров ДВС под нагрузкой.

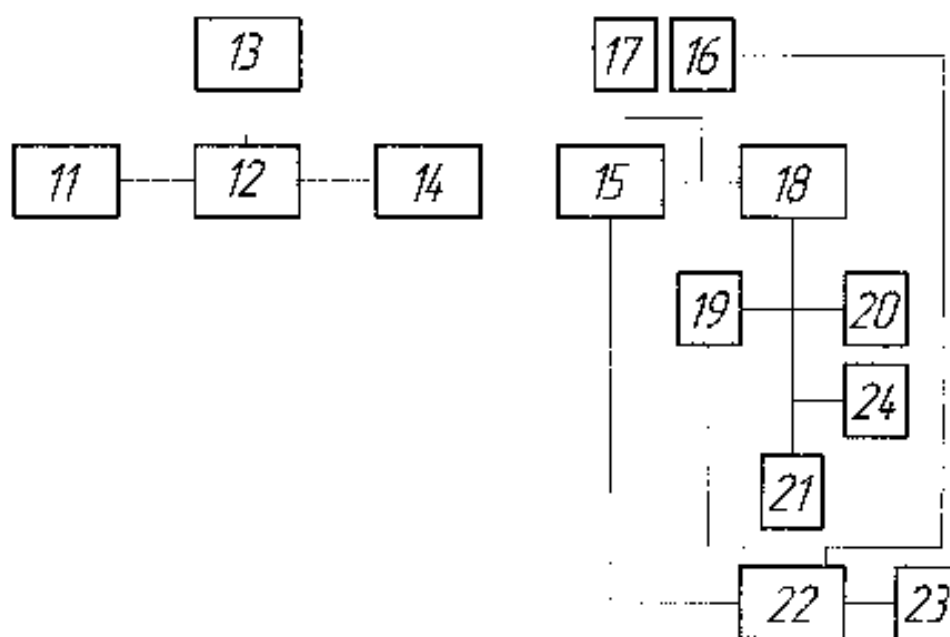


Рисунок 1.5 Патент RU2664718C2. Стенд для обкатки двигателей внутреннего сгорания.

Измерители частоты вращения вала ЭМ, давления РЖ на нагнетательном отводе ГМ, преобразователь мощности имеют выход интерфейс RS485.

Компьютер 5 предназначен для приема данных от измерительных устройств стенда по интерфейсу RS485, их обработки и вывода на монитор для визуального контроля, управления стендом, архивизации параметров

обкатки и проверки ДВС, представляет собой персональный компьютер с преобразователем интерфейсов USB-RS485. На монитор компьютера выводятся: тормозной момент и мощность гидротормоза; частота оборотов ДВС; мощность, потребляемая ЭМ на привод ДВС, крутящий момент прокручивания вала ДВС при холодной обкатке; мощность, отдаваемая ЭМ в сеть; тормозной момент электротормоза при горячей обкатке ДВС с нагрузкой; суммарные значения мощности и тормозного момента.

Маслоохладитель 6 предназначен для охлаждения РЖ, сливаемой из ДУ в бак.

Устройство плавного пуска (далее, УПП) 8 предназначено для плавного пуска ЭМ и регулирования тормозного момента ЭМ при работе в генераторном режиме регулированием напряжения тока питания ЭМ от сети. Для этого УПП, кроме функции программируемого плавного пуска, имеет функцию ручного плавного регулирования напряжения тока с помощью встроенного переменного резистора.

Теплообменник 9 предназначен для охлаждения воды в системе охлаждения ДВС за счет смешения холодной и горячей воды, заправки системы, состоит из бака, крана и присоединительных к ДВС частей.

Работа стенда осуществляется в следующем порядке. ДВС устанавливают на раму, соединяют карданным валом валы ДВС и ЭМ. Включают стенд к сети, с помощью УПП запускают ЭМ привода-тормоза, проводят холодную обкатку ДВС. В процессе обкатки по контрольно-измерительным приборам контролируют частоту вращения вала, давление и температуру масла, температуру воды, а по данным на мониторе компьютера - мощность, потребляемую ЭМ на прокручивание вала ДВС. Холодную обкатку завершают по прекращению снижения потребляемой мощности на прокручивание ДВС.

Горячую обкатку под нагрузкой, проверку максимального крутящего момента и мощности ДВС осуществляют торможением гидротормозом и электротормозом.

Гидротормоз позволяет настраивать тормозной момент от нуля до максимального значения бесступенчато, величина момента зависит от рабочего объема и давления на нагнетательном отводе ГМ и не зависит от частоты оборотов ДВС. Настройку момента осуществляют регулированием давления на нагнетательном отводе ГМ рукояткой управления дросселирующего устройства, контролируя момент и мощность торможения по монитору компьютера.

Электротормоз активируют включением ЭМ к сети, когда гидротормоз не обеспечивает требуемого момента, работает с перегрузкой, что увеличивает тормозной момент стенда на 35...50%. Тормозной момент зависит от частоты оборотов вала и напряжения тока на ЭМ. На заданной частоте оборотов ДВС момент настраивают регулированием напряжения тока на ЭМ ручкой управления переменного резистора УПП, контролируя момент и мощность торможения по монитору компьютера.

Режимы обкатки (частота оборотов ДВС, тормозной момент, продолжительность обкатки) и параметры проверки (мощность, максимальный крутящий момент) устанавливают, руководствуясь технологической инструкцией на модель, модификацию ДВС.

Оснащение стенда гидротормозом и электротормозами позволяет достичь значимых технического, экономического результатов и обеспечить стенду конкурентоспособность.

Так, стенд, оснащенный ГМ с рабочим объемом $400 \text{ см}^3/\text{об}$, давлением 25 МПа и ЭМ 37 кВт/ 1000 об/мин, способен развивать тормозной момент на 20% больше, чем стенд с ЭМ с преобразователем на 250 кВт. При этом расчетная цена стенда по меньшей мере в 3 раза меньше, чем предлагаемого сегодня стенда с ЭМ, импортными частотным преобразователем и рекупратором на 250 кВт. При этом устройство стенда несравнимо проще, почти вдвое уменьшается занимаемая площадь, не потребуются расходы на реконструкцию электросетей, увеличение мощности источников электропитания предприятия (трансформатора, генератора).

Компьютер 5 предназначен для приема данных от измерительных устройств стенда по интерфейсу RS485, их обработки и вывода на монитор для визуального контроля, управления стендом, архивизации параметров обкатки и проверки ДВС, представляет собой персональный компьютер с преобразователем интерфейсов USB-RS485. На монитор компьютера выводятся: тормозной момент и мощность гидротормоза; частота оборотов ДВС; мощность, потребляемая ЭМ на привод ДВС, крутящий момент прокручивания вала ДВС при холодной обкатке; мощность, отдаваемая ЭМ в сеть; тормозной момент электротормоза при горячей обкатке ДВС с нагрузкой; суммарные значения мощности и тормозного момента.

Маслоохладитель 6 предназначен для охлаждения РЖ, сливаемой из ДУ в бак.

Устройство плавного пуска (далее, УПП) 8 предназначено для плавного пуска ЭМ и регулирования тормозного момента ЭМ при работе в генераторном режиме регулированием напряжения тока питания ЭМ от сети. Для этого УПП, кроме функции программируемого плавного пуска, имеет функцию ручного плавного регулирования напряжения тока с помощью встроенного переменного резистора.

Теплообменник 9 предназначен для охлаждения воды в системе охлаждения ДВС за счет смешения холодной и горячей воды, заправки системы, состоит из бака, крана и присоединительных к ДВС частей.

Работа стенда осуществляется в следующем порядке. ДВС устанавливают на раму, соединяют карданным валом валы ДВС и ЭМ. Включают стенд к сети, с помощью УПП запускают ЭМ привода-тормоза, проводят холодную обкатку ДВС. В процессе обкатки по контрольно-измерительным приборам контролируют частоту вращения вала, давление и температуру масла, температуру воды, а по данным на мониторе компьютера - мощность, потребляемую ЭМ на прокручивание вала ДВС. Холодную обкатку завершают по прекращению снижения потребляемой мощности на прокручивание ДВС.

Горячую обкатку под нагрузкой, проверку максимального крутящего момента и мощности ДВС осуществляют торможением гидротормозом и электротормозом.

Гидротормоз позволяет настраивать тормозной момент от нуля до максимального значения бесступенчато, величина момента зависит от рабочего объема и давления на нагнетательном отводе ГМ и не зависит от частоты оборотов ДВС. Настройку момента осуществляют регулированием давления на нагнетательном отводе ГМ рукояткой управления дросселирующего устройства, контролируя момент и мощность торможения по монитору компьютера.

3. Стенд для обкатки и испытания коробки передач. Авторы : Подовинников В. В., Мокшин В. В., Трубей В. Н.

Стенд для обкатки и испытания коробки передач, преимущественно гидромеханической, включающий опорную раму (1) с направляющими (3, 4), систему опорных стоек (5) с кронштейнами (27) для установки обкатываемой коробки передач, каждая из которых имеет кинематически связанный с направляющими силовой каркас (26) и винтовую направляющую (28) для перемещения кронштейна (27), приводной электродвигатель (9), установленный на станине (8) с обеспечением взаимодействия с входным валом коробки передач и имеющий защитный кожух, а также защитный экран выходного вала коробки передач и компьютеризированную систему контроля и управления с пультом управления (24) и датчики исследуемых параметров, отличающийся тем, что направляющие (3, 4) опорной рамы (1) составлены двумя взаимно ортогональными парами направляющих, нижняя (3) из которых является стационарной, а сопряженная с ней верхняя (4) пара направляющих выполнена подвижной и является несущей для опорных стоек (5) под обкатываемую коробку передач и для защитного экрана (7)

выходного вала коробки передач, причем каждая верхняя несущая направляющая имеет продольный паз для перемещения опорной стойки (5) и фиксации ее положения, при этом упомянутый силовой каркас опорной стойки (5) содержит привод перемещения (29), который сопряжен с винтовой направляющей (28) через упорный подшипник (30) со сферическим подкладным кольцом, а защитный кожух (10) приводного электродвигателя выполнен составным и образован неподвижно закрепленной частью (11) и подвижной частью (12), выполненной с возможностью перемещения под неподвижно закрепленной частью (11) и охвата части входного вала коробки передач, при этом на внутренней поверхности подвижной части (12) защитного кожуха (10) приводного электродвигателя (9) закреплено оптическое устройство контроля положения защитного кожуха (10), а датчики исследуемых параметров установлены на станине (8) в изолированном боксе (25) и снабжены гибкими шлангами для сопряжения с рабочими органами коробки передач.

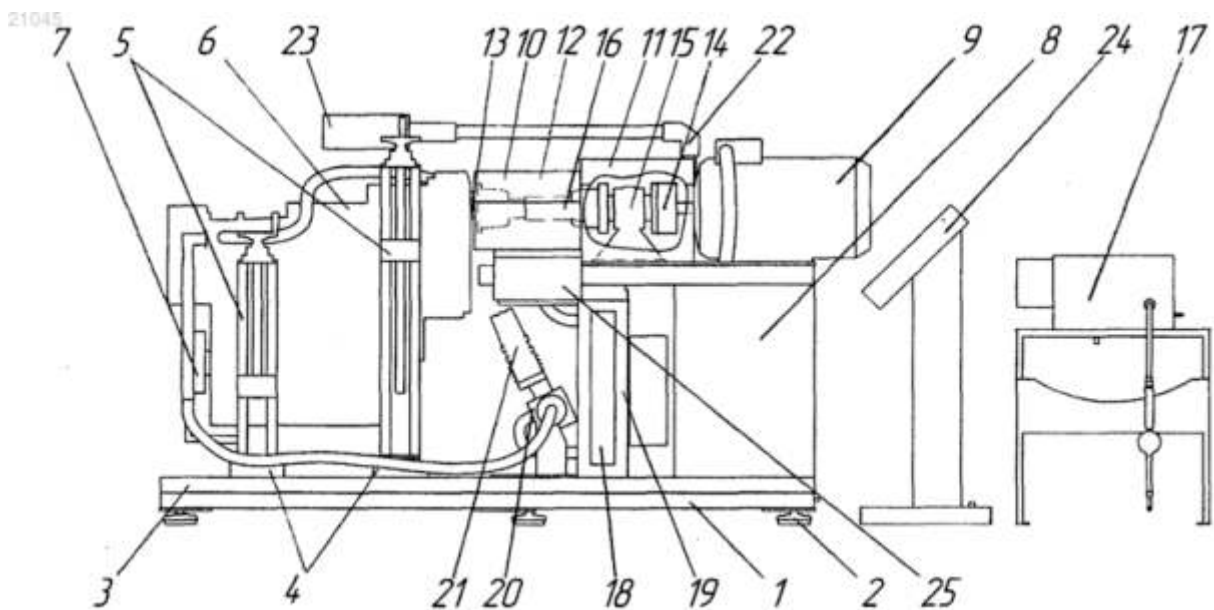


Рисунок 1.6 - Стенд для обкатки и испытания коробки передач.

Стенд по п.1, отличающийся тем, что приводной электродвигатель (9) выполнен с возможностью сопряжения с входным валом коробки передач

посредством последовательно установленных полумуфты (14) и промежуточной опоры (15), охватываемых неподвижно закрепленной частью (11) защитного кожуха (10), и карданного вала (16), выполненного с возможностью соединения с входным фланцем вала коробки передач, охватываемого подвижной частью (12) защитного кожуха (10).

Изобретение относится к средствам испытания силовых трансмиссий большегрузных автомобилей, а именно к обкатке и испытанию коробок передач, преимущественно гидромеханических (ГМКП), без нагрузки на выходной вал ГМКП, и решает задачу повышения точности установки испытуемых устройств. Стенд для обкатки и испытания коробки передач, преимущественно гидромеханической, содержит опорную раму (1) с двумя взаимно ортогональными сопряженными парами направляющих - стационарной нижней (3) и подвижной верхней (4). Верхняя пара направляющих (4) является несущей для защитного экрана (7) выходного вала ГМКП и для опорных стоек (5) под обкатываемую коробку передач, каждая направляющая (4) имеет продольный паз для перемещения опорной стойки (5) и фиксации ее положения. Каждая из опорных стоек (5) имеет кинематически связанный с верхней направляющей (4) силовой каркас (26) с кронштейном (27) для установки обкатываемой ГМКП и подстройки ее положения по высоте посредством маховика-привода перемещения (29), сопряженного с винтовой направляющей (28) через упорный подшипник (30) со сферическим подкладным кольцом, за счет чего на опорную стойку (5) действует только осевая составляющая нагрузки, исключая появление паразитных моментов сил. Приводной электродвигатель (9) установлен на станине (8) с обеспечением взаимодействия с входным валом ГМКП (13) и имеет защитный кожух (10), который состоит из неподвижно закрепленной части (11) и подвижной части (12), выполненной с возможностью перемещения под неподвижно закрепленной частью (11) и охвата части входного вала ГМКП. На внутренней поверхности подвижной части (12) защитного кожуха (10) приводного электродвигателя (9) закреплено

оптическое устройство контроля положения защитного кожуха (10) и соединения приводного электродвигателя (9) с входным валом ГМКП. Компьютеризированная система контроля и управления с пультом управления (24) связана с блоком датчиков исследуемых параметров, например мембранных, которые установлены на станине (8) в изолированном боксе (25) и снабжены гибкими шлангами для сопряжения с технологическими отверстиями рабочих органов ГМКП, что исключает влияние гидродинамических ударов рабочей жидкости на чувствительные элементы датчиков. Параметры ГМКП при обкатке могут быть измерены при подаче нагрузки лишь от приводного электродвигателя (9) на входной вал ГМКП.

Изобретение относится к средствам обкатки и испытания элементов трансмиссии автомобилей, преимущественно гидромеханических (автоматических) коробок передач, и может быть использовано, в частности, при послеремонтной обкатке узлов автомобилей с большой грузоподъемностью гражданского и военного назначения. Гидромеханическая коробка передач (ГМКП) обеспечивает передачу потока мощности от двигателя к колесам транспортного средства через рабочую жидкость, циркулирующую под определенным давлением, уменьшая динамические нагрузки в системе трансмиссии, и выполнена в виде единого агрегата, который содержит в общем случае устанавливаемые на амортизируемой раме общий разъемный корпус, в котором в соответствующих корпусах размещены с обеспечением взаимодействия согласующая передача, гидротрансформатор, система управления переключением передач (коробка передач с фрикционными муфтами переключения передач), гидродинамический тормоз-замедлитель и узлы гидравлической системы, а также теплообменное устройство (радиатор) и трубопроводы подвода-отвода охлаждающей жидкости, установленные во внешнем контуре.

Целью послеремонтной обкатки и испытания ГМКП является определение параметров отдельных узлов при задании режимов работы ГМКП посредством задания скорости вращения входного вала и выбора передачи, в частности, давление, создаваемое датчиками турбинного колеса первичного и выходного валов, давление перед подпорным клапаном, нагрузочный момент на входном валу, частоты вращения входного и выходного валов ГМКП, температура рабочей жидкости, давление рабочей жидкости в гидротрансформаторе, главной магистрали, системе смазки и канале включения фрикционов блокировки.

Известны устройства для обкатки и/или испытания силовых передач, включающие, как правило, приводное и нагрузочное устройства, взаимодействующие, соответственно, с входным и выходным валами испытуемого устройства посредством промежуточных средств связи (муфта, редуктор), опоры для установки испытуемого устройства со средствами его позиционирования, устройство управления режимами обкатки и испытания (SU 1516634, RU 857, US 5537865, US 6807852, WO 2009034024 и др.). Ограниченность функциональных возможностей таких устройств обусловлена тем, что в процессе испытаний и на ведомый вал, и на нагружаемый выходной вал воздействуют дополнительно силы и моменты сил, обусловленные неточностью установок испытуемой коробки передач, а также угловыми смещениями промежуточных средств связи или их не параллельностью, что приводит к недостаточно точным результатам при измерении параметров испытуемой силовой передачи.

Известен стенд для обкатки и испытания коробки передач, а именно ГМКП "Стенд обкаточный универсальный модели КС-04" (схема, проспект фирмы "КОПИС", г. Санкт-Петербург, www.kopis.ru), предназначенный для послеремонтной обкатки и испытания ГМКП большегрузных самосвалов "БЕЛАЗ". Известное устройство содержит амортизированную опорную раму с направляющими, систему опорных стоек с кронштейнами для установки обкатываемой ГМКП, кинематически связанную с направляющими опорной

рамы, приводной электродвигатель, установленный на станине с обеспечением взаимодействия вала электродвигателя с входным валом ГМКП, защитные кожухи для приводного электродвигателя и выходного вала ГМКП для обеспечения безопасности эксплуатации, систему охлаждения ГМКП, подключенную к внешнему источнику рабочей жидкости, а также компьютеризированную систему контроля и управления с пультом управления и датчиками исследуемых параметров элементов ГМКП, причем каждая опорная стойка имеет кинематически связанный с направляющими опорной рамы силовой каркас.

В отличие от других аналогичных устройств в известном стенде не предусмотрено использование нагрузочного двигателя на выходном валу, поскольку в силу специфики конструкции ГМКП о ее рабочих характеристиках в процессе обкатки судят по величине параметров рабочей жидкости в полостях ГМКП при разных частотах вращения входного вала и по измеряемой частоте вращения выходного вала.

Компьютеризированная система управления позволяет задавать различные режимы обкатки ГМКП и анализировать состояние агрегата в реальном времени по показаниям датчиков. Однако установка ГМКП различных массогабаритных размеров на опорных стойках с кронштейнами может приводить к отклонению вектора нагрузки от оси стойки, что вызывает появление дополнительных сил и моментов, действующих на валы ГМКП, и изменению параметров рабочей жидкости в процессе обкатки, что снижает точность измерений и ограничивает эксплуатационные характеристики стенда.

Известный стенд для обкатки и испытания коробки передач, а именно ГМКП, включающий амортизированную опорную раму с направляющими, систему опорных стоек с кронштейнами для установки обкатываемой коробки передач, каждая из которых имеет кинематически связанный с направляющими опорной рамы силовой каркас, приводной электродвигатель, установленный на станине с обеспечением взаимодействия вала

электродвигателя с входным валом коробки передач, защитные кожухи приводного электродвигателя и выходного вала, и компьютеризированную систему контроля и управления с пультом управления и датчиками исследуемых параметров, выбран в качестве наиболее близкого аналога заявляемого изобретения. Задача изобретения состоит в расширении функциональных возможностей и улучшении эксплуатационных характеристик стенда за счет испытания и обкатки коробок передач, преимущественно ГМКП, различных габаритов в режиме без нагрузки с обеспечением контроля промежуточных и выходных параметров и повышения точности установки испытываемого устройства.

Задача решена тем, что в стенде для обкатки и испытания коробки передач, преимущественно ГМКП, включающем опорную раму с направляющими, систему опорных стоек с кронштейнами для установки обкатываемой коробки передач, каждая из которых имеет кинематически связанный с направляющими силовой каркас и винтовую направляющую для перемещения кронштейна, приводной электродвигатель, установленный на станине с обеспечением взаимодействия с входным валом коробки передач и имеющий защитный кожух, а также защитный экран выходного вала коробки передач и компьютеризированную систему контроля и управления с пультом управления и датчики исследуемых параметров, в соответствии с изобретением, направляющие опорной рамы составлены двумя взаимно ортогональными парами направляющих, нижняя из которых является стационарной, а сопряженная с ней верхняя пара направляющих выполнена подвижной и является несущей для опорных стоек под обкатываемую коробку передач и для защитного экрана выходного вала коробки передач, причем каждая верхняя несущая направляющая имеет продольный паз для перемещения опорной стойки и фиксации ее положения, при этом упомянутый силовой каркас опорной стойки содержит привод перемещения, который сопряжен с винтовой направляющей через упорный подшипник со сферическим подкладным кольцом, а защитный кожух приводного

электродвигателя выполнен составным и образован неподвижно закрепленной частью и подвижной частью, выполненной с возможностью перемещения под неподвижно закрепленной частью и охвата части входного вала коробки передач, при этом на внутренней поверхности подвижной части защитного кожуха приводного электродвигателя закреплено оптическое устройство контроля положения защитного кожуха, а датчики исследуемых параметров установлены на станине в изолированном корпусе и снабжены гибкими шлангами для сопряжения с рабочими органами коробки передач. Кроме того, в качестве датчиков исследуемых параметров выбраны электронные датчики давления мембранного типа. Кроме того, оптическое устройство контроля закрытия кожуха выполнено в виде оппозитно установленных фотодетектора и отражателя. Кроме того, приводной электродвигатель выполнен с возможностью сопряжения с входным валом коробки передач посредством последовательно установленных полумуфты и промежуточной опоры, охватываемых неподвижно закрепленной частью защитного кожуха, и карданного вала, выполненного с возможностью соединения с входным фланцем вала коробки передач, охватываемых подвижной частью защитного кожуха. Технический результат изобретения заключается в обеспечении адекватного положения оси валов коробки передач за счет регулирования ее положения на опорных стойках с использованием упорного подшипника со сферическим подкладным кольцом, обеспечивающих осевое приложение нагрузки на стойку, что снижает вероятность возникновения паразитных моментов сил при обкатке.

Задача решена тем, что в стенде для обкатки и испытания коробки передач, преимущественно ГМКП, включающем опорную раму с направляющими, систему опорных стоек с кронштейнами для установки обкатываемой коробки передач, каждая из которых имеет кинематически связанный с направляющими силовой каркас и винтовую направляющую для перемещения кронштейна, приводной электродвигатель, установленный на станине с обеспечением взаимодействия с входным валом коробки передач и

имеющий защитный кожух, а также защитный экран выходного вала коробки передач и компьютеризированную систему контроля и управления с пультом управления и датчики исследуемых параметров, в соответствии с изобретением, направляющие опорной рамы составлены двумя взаимно ортогональными парами направляющих, нижняя из которых является стационарной, а сопряженная с ней верхняя пара направляющих выполнена подвижной и является несущей для опорных стоек под обкатываемую коробку передач и для защитного экрана выходного вала коробки передач, причем каждая верхняя несущая направляющая имеет продольный паз для перемещения опорной стойки и фиксации ее положения, при этом упомянутый силовой каркас опорной стойки содержит привод перемещения, который сопряжен с винтовой направляющей через упорный подшипник со сферическим подкладным кольцом, а защитный кожух приводного электродвигателя выполнен составным и образован неподвижно закрепленной частью и подвижной частью, выполненной с возможностью перемещения под неподвижно закрепленной частью и охвата части входного вала коробки передач, при этом на внутренней поверхности подвижной части защитного кожуха приводного электродвигателя закреплено оптическое устройство контроля положения защитного кожуха, а датчики исследуемых параметров установлены на станине в изолированном корпусе и снабжены гибкими шлангами для сопряжения с рабочими органами коробки передач. Кроме того, в качестве датчиков исследуемых параметров выбраны электронные датчики давления мембранного типа. Кроме того, оптическое устройство контроля закрытия кожуха выполнено в виде оппозитно установленных фотодетектора и отражателя. Кроме того, приводной электродвигатель выполнен с возможностью сопряжения с входным валом коробки передач посредством последовательно установленных полумуфты и промежуточной опоры, охватываемых неподвижно закрепленной частью защитного кожуха, и карданного вала, выполненного с возможностью соединения с входным фланцем вала коробки передач, охватываемых

подвижной частью защитного кожуха. Технический результат изобретения заключается в обеспечении адекватного положения оси валов коробки передач за счет регулирования ее положения на опорных стойках с использованием упорного подшипника со сферическим подкладным кольцом, обеспечивающих осевое приложение нагрузки на стойку, что снижает вероятность возникновения паразитных моментов сил при обкатке.

Оптическое устройство контроля закрытия кожуха одновременно контролирует положение оси вала приводного электродвигателя. Использование для измерения параметров рабочей жидкости электронных датчиков с гибкими соединительными шлангами исключает развитие неустойчивостей, резких перепадов давления и гидравлических ударов воздействующей на мембраны рабочей жидкости, что повышает точность измерения параметров и обеспечивает долговечность эксплуатации высокоточных датчиков. Дополнительным эффектом является повышение безопасности эксплуатации стенда за счет контроля закрытия вращающихся частей испытуемого объекта.

Задача решена тем, что в стенде для обкатки и испытания коробки передач, преимущественно ГМКП, включающем опорную раму с направляющими, систему опорных стоек с кронштейнами для установки обкатываемой коробки передач, каждая из которых имеет кинематически связанный с направляющими силовой каркас и винтовую направляющую для перемещения кронштейна, приводной электродвигатель, установленный на станине с обеспечением взаимодействия с входным валом коробки передач и имеющий защитный кожух, а также защитный экран выходного вала коробки передач и компьютеризированную систему контроля и управления с пультом управления и датчики исследуемых параметров, в соответствии с изобретением, направляющие опорной рамы составлены двумя взаимно ортогональными парами направляющих, нижняя из которых является стационарной, а сопряженная с ней верхняя пара направляющих выполнена подвижной и является несущей для опорных стоек под обкатываемую

коробку передач и для защитного экрана выходного вала коробки передач, причем каждая верхняя несущая направляющая имеет продольный паз для перемещения опорной стойки и фиксации ее положения, при этом упомянутый силовой каркас опорной стойки содержит привод перемещения, который сопряжен с винтовой направляющей через упорный подшипник со сферическим подкладным кольцом, а защитный кожух приводного электродвигателя выполнен составным и образован неподвижно закрепленной частью и подвижной частью, выполненной с возможностью перемещения под неподвижно закрепленной частью и охвата части входного вала коробки передач, при этом на внутренней поверхности подвижной части защитного кожуха приводного электродвигателя закреплено оптическое устройство контроля положения защитного кожуха, а датчики исследуемых параметров установлены на станине в изолированном корпусе и снабжены гибкими шлангами для сопряжения с рабочими органами коробки передач. Кроме того, в качестве датчиков исследуемых параметров выбраны электронные датчики давления мембранного типа. Кроме того, оптическое устройство контроля закрытия кожуха выполнено в виде оппозитно установленных фотодетектора и отражателя. Кроме того, приводной электродвигатель выполнен с возможностью сопряжения с входным валом коробки передач посредством последовательно установленных полумуфты и промежуточной опоры, охватываемых неподвижно закрепленной частью защитного кожуха, и карданного вала, выполненного с возможностью соединения с входным фланцем вала коробки передач, охватываемых подвижной частью защитного кожуха. Технический результат изобретения заключается в обеспечении адекватного положения оси валов коробки передач за счет регулирования ее положения на опорных стойках с использованием упорного подшипника со сферическим подкладным кольцом, обеспечивающих осевое приложение нагрузки на стойку, что снижает вероятность возникновения паразитных моментов сил при обкатке.

Оптическое устройство контроля закрытия кожуха одновременно контролирует положение оси вала приводного электродвигателя. Использование для измерения параметров рабочей жидкости электронных датчиков с гибкими соединительными шлангами исключает развитие неустойчивостей, резких перепадов давления и гидравлических ударов воздействующей на мембраны рабочей жидкости, что повышает точность измерения параметров и обеспечивает долговечность эксплуатации высокоточных датчиков. Дополнительным эффектом является повышение безопасности эксплуатации стенда за счет контроля закрытия вращающихся частей испытуемого объекта.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Режим работы предприятия и годовые фонды времени

Количество рабочих дней в году:

$$N_{рд} = 365 - N_v - N_n \quad (2.1)$$

где N_v - количество выходных дней в году;

N_n - количество праздничных дней в году.

Номинальный фонд времени рабочих:

$$\Phi_{нр} = (365 - N_v - N_n) - t_{см} - t_{ск} - N_{пп} \quad (2.2)$$

Действительный фонд времени рабочих:

$$\Phi_{др} = [(365 - N_v - N_n - N_o) - t_{см} - t_{ск} - N_{пп}] \gamma, \quad (2.3)$$

где $t_{см}$ - продолжительность рабочей смены; $t_{см} = 8$ ч;

$t_{ск}$ - продолжительность сокращения рабочей смены в предпраздничные дни; $t_{ск} = 1$ ч;

$N_{пп}$ - количество предпраздничных дней;

N_o - продолжительность отпуска; $N_o = 24$ дня;

γ - коэффициент, учитывающий потери времени по уважительным причинам, $\gamma = 0,97$.

$$\Phi_{нр} = (365 - 104 - 9) \cdot 8 - 1 \cdot 9 = 2007 \text{ ч}$$

$$\Phi_{др} = [(365 - 104 - 9 - 24) \cdot 8 - 1 \cdot 9] \cdot 0,97 = 1760 \text{ ч}$$

Номинальный и действительный годовые фонды времени оборудования:

$$\Phi_{но} = \Phi_{нр} c; \quad (2.4)$$

$$\Phi_{до} = \Phi_{др} c\eta; \quad (2.5)$$

где c - число смен работы в сутки, $c = 14$.

η - коэффициент, учитывающий простое оборудования при фонд рабочего места.

$$\Phi_{но} = 2007 \cdot 1 = 2007 \text{ ч}$$

$$\Phi_{до} = 2007 \cdot 1 \cdot 0,97 = 1946 \text{ч}$$

2.2. Расчет количества рабочих

Число производственных рабочих рассчитывается по трудоемкости выполняемых им работ и фонду времени рабочего. Расчету подлежит списочное и явочное число рабочих:

$$n_{ря} = T_{г.i} / \Phi_{н.р.} \quad (2.6)$$

$$n_{рс} = T_{г.i} / \Phi_{р.д.} \quad (2.7)$$

где $T_{г.i}$ - годовой объем i -го вида работ, ч.

Число рабочих занятых на разборке коробок будет равно:

$$\begin{aligned} n_{ря} &= 630 / 2007 = 0,3 \\ n_{рс} &= 630 / 1760 = 0,35 \end{aligned}$$

С учетом совмещения работ принимаем 1-го человека.

Аналогично выполняем расчеты по другим операциям, результаты расчетов сведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 — Штатная ведомость производственных рабочих

Наименование вида работ	Специаль- ность	Раз- ряд	Трудо- емкость	Число рабочих			
				Явочное		Списочное	
				расч.	принят.	расч.	принят.
Разборочные	слесарь	4	630	0,3	1	0,35	1
Дефектовочные	дефектов- щик	4	430	0,21	1	0,24	1
Комплектовочные	слесарь	5	330	0,16	1	0,18	1
Слесарно- подгоночные	слесарь	5	1640	0,8	1	0,9	1
Сборочные	слесарь	4	1690	0,84	1	0,96	1
Испытательно- регулирующие	слесарь	4	390	0,19	1	0,22	1
Слесарные	слесарь	4	69,2	0,03	1	0,04	1
Сверлильные	сверлов.	4	8,6	0,04	1	0,05	1
Раскаточно- расточные	расточ.	5	69	0,03	1	0,04	1
Контрольная	контрол	4	12,7	0,006	1	0,007	1
Итого					5		5

2.3 Расчет количества технологического оборудования

Расчету подлежит только число основного технологического оборудования. Количество единиц одноименного оборудования рассчитываем исходя из величины годового объема i -го вида работ:

$$n_{\text{ря}} = T_{\text{г.}i} / \Phi_{\text{н.р}} c \eta_i \quad (2.8)$$

где η_i - коэффициент использования оборудования по времени;
 $\eta_i = 0,85 \dots 0,95$ [22].

Число стандов для разборки-сборки коробок передач:

$$n_{\text{ст}} = 630 + 1690/1946 \cdot 0,9 = 1,07$$

Принимаем 1 станд.

Количество дефектовочного оборудования:

$$N_{\text{деф}} = 430/1946 \cdot 0,85 = 0,18$$

Принимаем один дефектовочный стол ОРГ-1468-01-080А. Число оборудования для комплектования и контроля:

$$n_{\text{ком}} = 330 + 12,7/1946 \cdot 0,85 = 0,15$$

Принимаем один стол контролера ОРГ-1468-01-090А.

Количество технологического оборудования для расточных и сверлильных работ

$$n_{\text{раст}} = 69 + 8,6/1946 \cdot 0,85 = 0,03$$

Принимаем 1 станка (2А78 и РР-4), с учетом выполнения на этом оборудовании части слесарно-подгоночных работ.

Число верстаков для выполнения слесарных и слесарно-подгоночных работ:

$$n_{\text{вер}} = 1640 + 69/1946 \cdot 0,9 = 0,88$$

Принимаем 1 верстак и пресс гидравлический.

Количество стандов для обкатки собранных коробок перемены передач определится по зависимости:

$$n_{\text{ст}} = N_{\text{р.н.}} \cdot a \cdot t_{\text{р.н.}} / n_1 \Phi_{\text{д.о.}} c \eta_{\text{и}} \quad (2.9)$$

где $N_{\text{р.н.}}$ - величина производственной программы ремонта коробок передач;

$t_{\text{пр}}$ - продолжительность обкатки коробки, ч;

n_1 - количество одновременно обкатываемых коробок передач, $n = 1$.

a - коэффициент, учитывающий время на установку и снятие коробки со станда, а также повторность обкатки; $a = 1,2$ [18].

$$n_{\text{ст}} = 100 \cdot 0,5 \cdot 1,2 / 1 \cdot 1946 \cdot 0,90 = 0,03$$

Принимаем один обкаточный стенд.

На участке ремонта трансмиссии, для перемещения, установки и снятия объектов ремонта (коробок и корпусов коробок) предусматриваем консольно-поворотные краны.

Выбираем консольный кран 4045, грузоподъемность 5 кН; выход , стрелы 4 м, установленная мощность электродвигателя 2,2 кВт.

Транспортировка коробок передач на участок и с участка производится с помощью тележек и электрокар.

2.4 Расчет количества рабочих мест

При расчете количества рабочих мест учитывается годовая трудоемкость выполняемых работ, годовой фонд времени рабочего места и принятый метод производства.

Для обоснованного нами тупикового метода ремонта количество рабочих мест определится по зависимости

$$n_{\text{р.м.}} = T_{\text{г.и}} / n_{\text{р}} \Phi_{\text{н.р.}} C \quad (2.10)$$

где $n_{\text{р}}$ - количество рабочих на одном рабочем месте; $n_{\text{р}} = 1$. Количество рабочих мест для разборки-сборки КПП

$$n_{\text{р.м.}} = 630 + 1690 / 2007 \cdot 1 \cdot 1 = 1,04$$

Принимаем 2 рабочих места.

Количество мест для дефектации:

$$n_{p.m.} = 430/2007 \cdot 1 \cdot 1 = 0,18$$

Принимаем одно рабочее место.

Количество рабочих мест для контроля и комплектования:

$$n_{p.m.} = 330 + 12,7/2007 \cdot 1 \cdot 1 = 0,14$$

Принимаем одно рабочее место.

Число рабочих мест для выполнения слесарно-механической обработки:

$$n_{p.m.} = 69 + 1640/2007 \cdot 1 \cdot 1 = 0,83$$

Принимаем два рабочих места.

Количество рабочих мест для выполнения подгоночных и регулировочных работ:

$$n_{p.m.} = 390/2007 \cdot 1 \cdot 1 = 0,03$$

Принимаем два рабочих места.

Для выполнения обкатки коробок после сборки, предусматриваем одно рабочее место.

2.5 Расчет площади и разработка технологической планировки участка

Для выполнения технологической планировки участка вначале произведем расчет его площади по формуле:

$$S_y = \sum S_o k \quad (2.11)$$

где S_o - площадь пола, занимаемая i -ым видом оборудования

k - коэффициент, учитывающий рабочие зоны, проходы, проезды.

Для участков, на которых выполняются разборочно-сборочные работы, механическая обработка $K = 4,0 \dots 6,0$.

$$S_y = (0,96 \cdot 2 + 2,1 \cdot 2 + 4,5 + 2,7 + 2,0 + 0,96 + 0,96) \cdot 5 = 70,9 \text{ м}^2$$

Принимаем площадь участка равную 72 м^2 .

2.6 Расчет потребности в энергоресурсах

Расчет потребности в электрической энергии определяем отдельно по силовой и осветительной нагрузкам. Суммарная потребность электроэнергии определяется:

$$W = W_c + W_o, \quad (2.12)$$

где W_c и W_o - соответственно годовой расход силовой и осветительной электроэнергии, кВт-ч.

Годовой расход силовой электроэнергии определяется:

$$W_c = P_{\Sigma} \Phi_{o.d.} \eta_z \eta_c, \quad (2.13)$$

где P_{Σ} - суммарная установленная мощность электрооборудования, кВт; принимается по ведомости оборудования;

η_z - коэффициент загрузки оборудования; $\eta_z = 0,7 \dots 0,8$ [26];

η_c - коэффициент спроса, учитывающий неодновременность работы оборудования, $\eta_c = 0,3 \dots 0,4$ [26].

$$W_c = (1,2 \cdot 2 + 7,95 + 30 + 1,7 + 2,2 + 1) 19460,7 \cdot 0,3 = 18001 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Расход электроэнергии на освещение определяется по выражению

$$W_o = T_{ocb} 10^{-3} \sum S_i \cdot W_{уд}, \quad (2.14)$$

где T_{ocb} - среднее количество электрического освещения в год. При односменной работе $T_{ocb} = 800$ ч [26];

S_i - площадь пола i -го освещаемого помещения, м^2 ; $S_i = 72$ м.

$W_{уд}$ - удельный расход электроэнергии на освещение 1 м^2 площадь пола помещения.

Для отделения ремонта коробок перемены передач принимается:

$$W_{уд} = 15 \dots 25 \text{ Вт/м}^2, \quad [26];$$

$$W_o = 800 \cdot 10^{-3} \cdot 72 \cdot 25 = 1440 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Суммарная потребность электроэнергии будет равна:

$$W = 18001 + 1440 = 19441 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Потребность в сжатом воздухе рассчитывают исходя из наличия воздухопотребителей и их расхода. На участке сжатый воздух используется на обдувку деталей.

Годовая потребность в сжатом воздухе:

$$Q_B = K_c K_n K_o \sum Q_{cp.i} \Phi_{d.o}, \quad (2.15)$$

где K_c - коэффициент спроса на воздух потребителей,
 $K_c = 0,4 \dots 0,6$;

K_n – коэффициент, учитывающий потери воздуха из-за не плотности соединений, $K_n = 1,5$;

K_o - коэффициент, учитывающие условия эксплуатации, $K_o = 1,3$;

$Q_{cp.i}$ – средний расход сжатого воздуха i -ым потребителем.

Для обдувки деталей $Q_{cp.} = 20 \text{ м}^3 / \text{ч}$ [26].

$$Q_B = 0,5 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot 20 \cdot 1946 = 37947 \text{ м}^3$$

3.1 Обоснование конструкторских решений

В первый период обкатки происходит интенсивное выравнивание шероховатостей поверхностей трения и их изнашивание. Это приводит к более равномерному распределению нагрузки по трущимся поверхностям. В результате увеличивается износостойкость поверхностей за счет возрастания площади контакта сопрягаемых деталей, что оказывает значительное влияние на долговечность и безотказность агрегатов.

Повышенная нагрузка на агрегаты в начальный период обкатки может вызвать высокие контактные давления, значительный локальный нагрев трущихся поверхностей, схватывание, задиры и наволакивание. Во избежание этого приработку сопрягаемых поверхностей ведут при малых скоростях, нагрузках и обильной смазке.

Современные трансмиссии становятся все более сложными, «умными» и плавными. Тренд движется в сторону бесступенчатого переключения, и это повышает требования к смазочным материалам

Современные трансмиссии, устанавливаемые на самоходной технике, позволяют оператору работать практически в автоматическом режиме, не совершая ошибок во время эксплуатации. И все же «здоровье» этого сложного узла полностью зависит от грамотного обслуживания и в первую очередь от правильного выбора смазочных материалов. А учитывая стремление к увеличению межсервисных интервалов с целью снижения стоимости владения техникой, эта тема становится еще более актуальной.

					ВКР 35.03.06.158.21 УРТ 00.00.00 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Софин М.И.	<i>[Подпись]</i>	03.21		1	19
Провер.		Яхин С.М.	<i>[Подпись]</i>		КПП Казанский ГАУ, каф. ОИД		
Реценз.							
Н. контр.		Яхин С.М.	<i>[Подпись]</i>				
Уте.		Пажнудлин Г.В.	<i>[Подпись]</i>	03.21			

Как избежать проблем с трансмиссией и наслаждаться работой техники в течение всего срока ее эксплуатации; почему важно тщательно подойти к выбору смазочного материала; какими последствиями чреват неправильный выбор трансмиссионного и гидротрансмиссионного масла; можно ли найти достойную альтернативу оригинальным маслам?

3.2 Анализ прототипов

Собранные коробки передач обкатывают без нагрузки и под нагрузкой и испытывают. Для обкатки и испытания используют специальные стенды и установки, которые по принципу нагружения разделяют на разомкнутые и замкнутые.

Обкатку разомкнутым методом производят по следующей схеме.

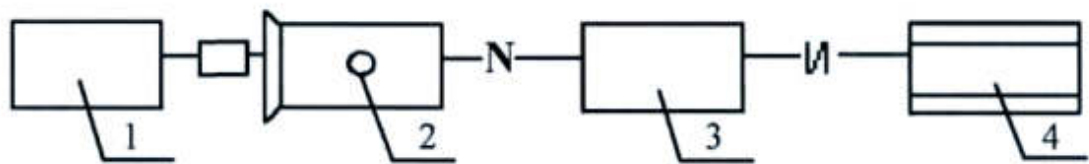


Рисунок 3.1 — Схема обкатки коробок передач: 1 - электродвигатель, 2 - коробка передач, 3 - ускоряющий редуктор, 4 – тормоз

Коробку передач 2 (рисунок 3.1) устанавливают на стенд, первичный вал соединяют с электродвигателем 1. Во время обкатки коробку нагружают тормозными (механическими, гидравлическими или электрическими) устройствами 4. Такие стенды просты в устройстве и обслуживании. Энергия развиваемая электродвигателем должна переводиться в' другой вид энергии через тормозное устройство. Их легко изготовить, из-за чего область применения данных стендов распространена как на МОИ, ЦРМ, так и на специальные ремонтные предприятия.

					ВКР 35.03.06.158.21 УРТ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Кроме таких стендов часто используют специальные приспособления с электродвигателем, устанавливаемые на раму и корпус трансмиссии автомобилей и позволяющие обкатывать КПП совместно с задним мостом. Недостатком этих устройств является отсутствие специальных тормозных нагружающих устройств.

3.3 Описание конструкции и принципа работы

Стенд состоит из следующих составных частей: привода, нагрузочного тормоза, пульта управления, тележки механизма зажима, механизма перемещения, рамы. Рама сварной конструкции выполнена из швеллеров. Привод является механизмом, через который первичный вал испытуемой коробки передач получает вращение. Основной несущей частью привода является стойка.

С одной стороны к стойке закреплен двигатель, противоположный торец стойки предназначен для закрепления испытуемой коробки передач. Закрепление коробки производится за проушины картера коробки передач двумя прижимами от двух цилиндров.

Соединение вала двигателя с первичный валом, коробки передач осуществляется через фрикционную муфту. В стенде, в качестве муфты применено сцепление автомобиля ЗИЛ. Включение и выключение муфты производится рычагом сцепления.

В качестве нагрузочного устройства в стенде применен электромагнитный порошковый нагрузочный тормоз. Тормоз установки на подвижной плите, которая имеет возможность продольного перемещения по направляющим. Перемещение тормоза осуществляется при помощи механизма перемещения.

На конце вала тормоза установлена муфта, которая имеет возможность соединения с фланцем вторичного вала испытуемой коробки передач. Муфта имеет подвижное защитное ограждение.

					ВКР 35.03.06.158.21 УРТ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Фиксация необходимого положения подвижной плиты вместе с тормозом после соединения с коробкой передач производится механизмом зажима.

Тележка предназначена для установки испытуемой коробки передач и имеет подпружиненную площадку с регулируемым усилием сжатия пружины, что дает возможность центрировать по вертикали ось коробки передач с осью привода и тормоза. Конструкция тележки позволяет перемещать ее в продольном и поперечном направлениях для центрирования испытуемой коробки в горизонтальной плоскости. Верхняя часть тележки сменная.

Пульт управления отдален от основной части стенда и устанавливается в удобном для обслуживания месте. Пульт управления выполнен в виде электрического шкафа. На наружной панели размещены органы управления.

Принцип работы стенда заключается в создании нагрузки на шестерки испытуемой коробки передач посредством электромагнитного порошкового нагрузочного тормоза.

Регулирование нагрузки тормоза производится изменением напряжения постоянного тока, подаваемого на катушки тормоза от выпрямителя.

Конструктивное решения узлов стенда выполнено с учетом технологии обкатки.

3.4 Конструктивные расчеты

Расчет шпоночного соединения

T_c и $[T_c]$ - расчетное и допускаемое напряжение на срез для шпонки, МПа ($[T_c] = 60 \dots 90 \text{ МПа}$)

					ВКР 35.03.06.158.21 УРТ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

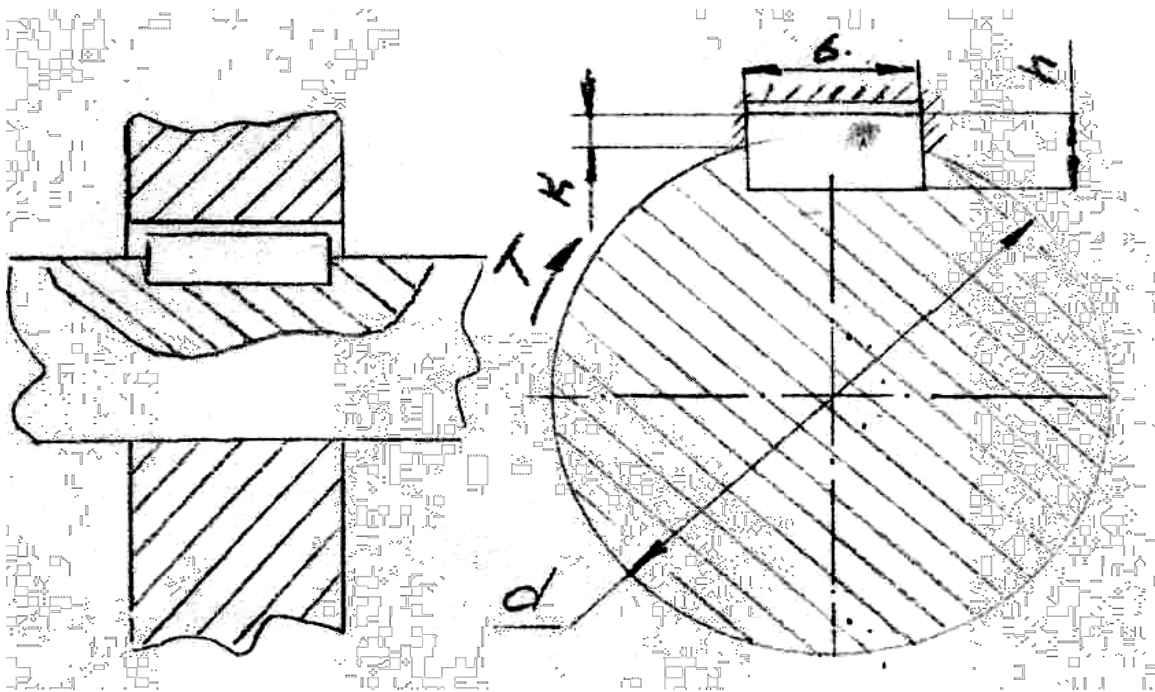


Рисунок 3.2 — Схема шпоночного соединения

Рабочая длина шпонки:

$$L_p = L - b, \quad (3.1)$$

Где L – длина шпонки, мм; b – ширина шпонки, мм.

$$L_p = 90 - 16 = 74 \text{ мм}$$

Выступ шпонки:

$$K = h - t_1 \quad (3.2)$$

где h – высота шпонки, мм; t_1 – глубина паза, мм.

$$K = 10 - 6 = 4 \text{ мм}$$

$$\sigma_{\text{см}} = 2 \cdot 215 \cdot 10^3 / 56 \cdot 74 \cdot 4 = 25,9 \text{ МПа} < [\sigma_{\text{см}}] = 100 \dots 150 \text{ МПа}$$

$$T_c = 2 \cdot 215 \cdot 10^3 / 56 \cdot 74 \cdot 16 = 6,5 \text{ МПа} < [T_c] = 60 \dots 90 \text{ МПа}$$

Таким образом, прочность шпонки обеспечена.

Выбор электродвигателя

$$\eta_{\text{общ.}} = \eta_{\text{муфт}}^2 \eta_{\text{тд}}^4 = 0,98^2 \cdot 0,99^4 = 0,923$$

Рассчитаем требуемую мощность электродвигателя:

					ВКР 35.03.06.158.21 УРТ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчет муфты МУВП (рас 3.2) состоит из проверочного расчета упругих элементов на смятие:

$$\sigma_{см} = 2T_K / (ZD + ld) < [\sigma_{см}], \quad (3.3)$$

и проверочного расчета пальцев на изгиб:

$$\sigma_{и} = T_K l / 0,1 d z D_1 < [\sigma_{и}], \quad (3.4)$$

где T_K - расчетный крутящий момент муфты;

D_1 - диаметр окружности расположения центров пальцев ($D_1 = 108$ мм);

d - диаметр пальцев под резиновыми кольцами или втулкой ($d = 14$ мм);

l - длина втулки ($l = 32$ мм);

Z - число пальцев ($Z = 6$);

$\sigma_{см}$ - расчетное напряжение смятия между пальцами и втулкой;

$[\sigma_{см}] = 2..4$ МПа - допускаемое напряжение смятия для резины;

$\sigma_{и}$ - расчетное напряжение на изгиб для пальцев;

$[\sigma_{и}] = 60..80$ МПа - допускаемое напряжение на изгиб для пальцев.

Расчет схемы упругой втулочно-пальцевой муфты

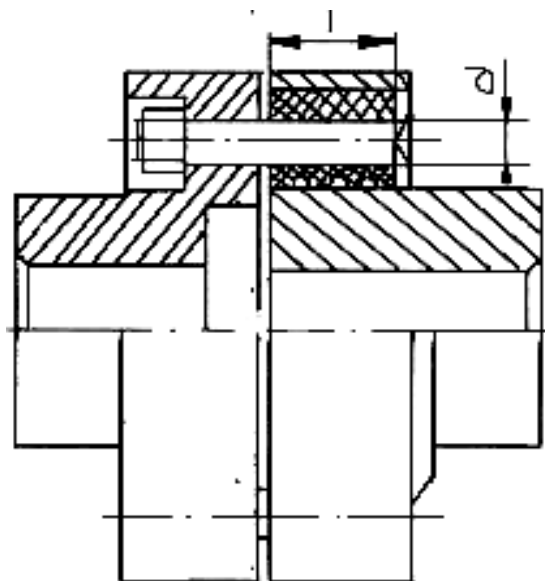


Рисунок 3.3 — Упругая втулочно-пальцевая муфта

					ВКР 35.03.06.158.21 УРТ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$T_k = kT, \quad (3.5)$$

где T – крутящий момент, передаваемый муфтой при установившемся режиме работ (номинальный момент);

k – коэффициент динамичности или режима работы, учитывающий дополнительные инерционные динамические нагрузки на муфту, его значения зависят от рода приводного двигателя и назначения рабочей машины ($k = 1,5$).

Передаваемый телом вращения крутящий момент T связан с мощностью P и угловой скоростью W зависимостью:

$$T = P/W, \quad (3.6)$$

где T – крутящий момент, Н·м;

P – передаваемая мощность, Вт ($3 = 15000$ Вт);

W – угловая скорость, рад/с.

$$T = 15000/104,7 = 143,3 \text{ Н·м}$$

$$T_k = 1,5 \cdot 143,3 = 215 \text{ Н·м}$$

Отсюда:

$$\sigma_{см} = 1,48 \text{ МПа} < [\sigma_{см}] = 2 \dots 4 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{и} = 38,7 \text{ МПа} < [\sigma_{и}] = 60 \dots 80 \text{ МПа}.$$

Условия выполняются. Работоспособность муфты обеспечена.

Расчет шпоночного соединения.

В нашем стенде в приводе на валу электродвигателя двигателя установлена полумуфта МУВП посредством шпоночного соединения. В данном случае установлена призматическая шпонка 16x10x90 по ГОСТ 23360-78.

Расчет призматической шпонки производим по следующим формулам на смятие:

$$\sigma_{см} = 2T/dl_p K < [\sigma_{см}], \quad (3.7)$$

и на срез:

$$T_c = 2T/dl_p b < [T_c], \quad (3.8)$$

					ВКР 35.03.06.158.21 УРТ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где T – передаваемый вращающий момент, Н·мм;

d – диаметр вала, мм ($d = 56$ мм);

b и l_p — соответственно ширина и рабочая длина шпонки, мм;

K – справочный размер для расчета на смятие, мм;

$\sigma_{см}$ и $[\sigma_{см}]$ - расчетное и допускаемое напряжение на смятие для шпоночного соединения МПа ($[\sigma_{см}] = 100... 150$ МПа).

$$P_{тр} = P_k / \eta_{общ} = 27,2 / 0,923 = 29,5 \text{ кВт}$$

Выбираем электродвигатель серии АИР с номинальной мощностью: $P = 30$ кВт.

Таблица 3.1 — Варианты электродвигателей

Вариант	Тип ЭД	кВт	Частота вращения		
			синхронная		
1	АИР180М2	30	2950	1,4	2,5
2	АИР180М4	30	1470	1,4	2,3

По условиям обкатки $n = 1000 + 1400$ об/мин.

Из двух вариантов выбираем второй.

Расчет угловой скорости:

$$W = W_{ном} = \pi n_{ном} / 30 = 3,14 \cdot 1470 / 30 = 154 \text{ с}^{-1}$$

Рассчитаем вращающий момент:

$$T = P_{дв} / W_{ном} = 30 \cdot 10^3 / 154 = 194,8 \text{ Н·м}$$

3.5 Безопасность жизнедеятельности на производстве

Инструкция по технике безопасности при работе на стенде для обкатки КПП

1. Система должна эксплуатироваться в соответствии с требованиями правил техники безопасности и санитарии.

					ВКР 35.03.06.158.21 УРТ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. Запрещаются работы по монтажу, ремонту или техническому обслуживанию составных частей и электрооборудования стенда без полного отключения его от питающей сети.

3. Систему устанавливают на прочных основаниях, а обкатываемые агрегаты, детали и сборочные единицы машин тщательно закрепляют на стендах.

4. Расстояние между ограждениями стационарных машин и конструктивными элементами здания (стены, колонны), а также ширина постоянных проходов, свободных от оборудования и коммуникаций, должны быть не менее 1,1м.

5. Рабочие места должны освещаться в соответствии со строительными нормами и правилами СНиП 11-4-79.

6. Допуск к работе и периодичность контроля над состоянием здоровья работающих должно определяться в порядке, установленном Минздравом РФ.

Перед началом работы:

1. Необходимо с лицами, обслуживающими систему провести инструктаж по общим правилам техники безопасности, инструктаж на рабочем месте, а также обучить практическим навыкам выполнения работ.

2. Проверить крепление всех составных частей и деталей системы.

3. Проверить наличие, исправность и крепление защитных ограждений вращающихся частей системы и заземляющих проводов.

4. Проверить отсутствие подтеканий рабочей жидкости в гидropроводах и соединениях.

5. Проверить отсутствие посторонних лиц в опасных зонах вблизи системы.

6. Провести завершающий контрольный осмотр.

При работе с системой должны соблюдаться следующие меры безопасности:

1. Не допускается оставлять работающую систему без присмотра;

					ВКР 35.03.06.158.21 УРТ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. Запрещается работать на обкаточном участке без средств индивидуальной защиты;

3. Запрещается находиться на участке посторонним лицам;

4. Запрещается открывать защитный кожух вращающихся частей при работающей системе.

5. Запрещается проводить испытание и обкатку КПП при наличии течи в соединениях трубопроводов рабочей жидкости.

По окончании работы с системой необходимо выполнение следующих требований:

1. Отключить питание электродвигателя.

2. Аккуратно слить рабочую жидкость в специальные емкости.

3. Провести контрольный осмотр всех частей и механизмов системы.

4. Провести уборку используемого инвентаря в специально отведенные для этого шкафы и стеллажи.

Требования техники безопасности в аварийных ситуациях:

1. Немедленно остановить работу системы во избежание ухудшения сложившейся ситуации.

2. Применить при необходимости средства индивидуальной защиты и аптечку.

3. Осведомить о сложившейся ситуации других работников, в том числе управляющих, и аварийные службы.

4. Покинуть помещение обкаточного участка. Находиться на безопасном расстоянии.

Меры пожарной безопасности:

1. Емкости для хранения горюче-смазочных материалов должны находиться за пределами обкаточного участка.

2. На обкаточном участке должно быть противопожарное оборудование согласно нормам пожарной безопасности. Лица, обслуживающие стенд, обязаны знать расположение противопожарного оборудования и уметь им пользоваться.

					ВКР 35.03.06.158.21 ЧРТ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3. На обкаточном участке запрещается пользоваться открытым огнем, курить и производить сварочные работы.

4. Все лица, работающие с аппаратом и обеспечивающие его техническое обслуживание, должны:

- изучить содержание настоящего паспорта;
- знать в соответствующем объеме “Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок”.

3.6 Экологическая безопасность

Организация системы экологического менеджмента характеризуется и рисковыми преимуществами — снижение (исключение) вероятности нарушения законодательства, наложения штрафов и других видов административной или иной ответственности. Готовность к действиям в нештатных ситуациях обуславливает меньшую вероятность возникновения аварийных и нештатных ситуаций.

Сертификация по ISO 14001 является одним из неперенных условий маркетинга продукции на международных рынках (например, ЕЭС заявило о своем намерении допускать на рынок стран Содружества только ISO-сертифицированные компании).

3.7 Физическая культура на производстве

Вопросы развития массового спорта и подготовки спортивного резерва рассматриваются на заседании Совета при Президенте РФ по развитию физической культуры и спорта.

За последние годы были приняты основополагающие документы: ФЗ № 329 от 01.12.2007г. «О физической культуре и спорте», ФЦП «Развитие физической культуры и спорта в РФ на 2016-2020 годы». Принято Постановление Правительства РФ от 15.07.2013г . № 598, ФЦП «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014-2017 годы и на период до 2020 года».

					ВКР 35.03.06.158.21 УРТ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Реализация этих мер позволяет создавать эффективную систему вовлечения сельских жителей в занятия спортом и формирования новых возможностей для спортивной самореализации людей, мобилизовать органы исполнительной власти всех уровней, работодателей, профсоюзы и общественные объединения на создание условий гражданам для спортивных занятий.

Организации спортивных мероприятий в решении вышеназванных вопросов отводится первостепенное значение.

3.8 Экономическая эффективность конструкции

Эффективность разрабатываемой конструкции [14]:

- базовый метод;
- проектируемый метод.

$$\mathcal{E}_T = \Pi_{31} - \Pi_{32}, \text{руб.}, \quad (3.9)$$

где Π_{31} – приведённые затраты при базовом варианте, руб.;

Π_{32} – приведённые затраты при проектируемом варианте, руб.

Приведённые затраты:

$$\Pi_3 = C + K \cdot E_H, \text{руб.}, \quad (3.10)$$

где C – эксплуатационные затраты, руб.;

K – удельные капитальные затраты, руб.;

E_H – коэффициент сравнительной эффективности капитальных затрат ($E_H=0,1$).

$$C_{\text{ц}} = C_{\text{о.д.}} + C_{\text{п.д.}} + C_{\text{с.б.}} + C_{\text{в.м.}} + C_{\text{о.п.}}, \text{руб.}, \quad (3.11)$$

где $C_{\text{о.д.}}$ – стоимость изготовления оригинальных деталей, руб.;

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

$C_{\text{с.б.}}$ – полная оплата труда с отчислениями на социальные нужды производственных рабочих, занятых на сборке, руб.;

$C_{\text{в.м.}}$ – стоимость вспомогательных материалов, руб.;

					ВКР 35.03.06.158.21 УРТ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$C_{О.п.}$ – общепроизводственные (ценовые) накладные расходы на изготовление конструкции, руб.

Затраты на изготовление оригинальных деталей [14]:

$$C_{О.д.} = C_{пр.н.} + C_{м.}, \text{руб.}, \quad (3.12)$$

где $C_{пр.н.}$ – оплата труда (с начислениями) производственных рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей, руб.;

$$C_{пр.н.} = C_{пр.} + C_{д.} + C_{соц.}, \text{руб.}, \quad (3.13)$$

где $C_{пр.}$ и $C_{д.}$ – соответственно основная и дополнительная оплата труда производственных рабочих, руб.;

$C_{соц.}$ – начисления на социальные нужды, руб.

Основная оплата труда [14]:

$$C_{пр.} = t_{ср.} \cdot C_{ч} \cdot K_{д.}, \text{руб.}, \quad (3.14)$$

где $t_{ср.}$ – средняя трудоёмкость изготовления оригинальных деталей, чел.-ч.: $t_{ср.}=6$ чел.ч;

$C_{ч}$ – часовая ставка рабочих, исчисляемая по 5-му разряду, руб.:

$$C_{ч}=43,59 \text{ руб.}$$

$K_{д.}$ – коэффициент, учитывающий доплаты к основной заработной плате:

$$K_{д.}=1,125-1,130.$$

$$C_{пр.} = 6 \cdot 43,59 \cdot 1,130 = 295,5 \text{ руб.}$$

Дополнительная оплата труда [14]:

$$\begin{aligned} C_{д.} &= 12,5 \cdot C_{пр.} / 100, \text{руб.} \\ C_{д.} &= 12,5 \cdot 295,5 / 100 = 36,9 \text{ руб} \end{aligned} \quad (3.15)$$

Начисления на социальные нужды [14]:

$$\begin{aligned} C_{соц.} &= R_{соц.} \cdot (C_{пр.} + C_{д.}) / 100, \text{руб} \\ C_{соц.} &= 26 \cdot (295,5 + 36,9) / 100 = 86,4 \text{ руб.} \\ C_{пр.н.} &= 295,5 + 36,9 + 86,4 = 418,8 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (3.16)$$

где $C_{м.}$ – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

					ВКР 35.03.06.158.21 УРТ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_M = 63,8 \cdot 70 + 65,5 \cdot 1,5 + 66,36 \cdot 0,5 = 4597,4 \text{ руб}$$

$$C_{O,д.} = 418,8 + 4597,4 = 5016,2 \text{ руб}$$

Цена покупных деталей

$$C_{п.д.} = 80 \cdot 1 + 10 \cdot 50 + 12 \cdot 6 + 46 \cdot 1 + 1000 \cdot 1 + 1500 \cdot 1 + 150 \cdot 4 + 2500 \cdot 1 + 50 \cdot 8 + 90 \cdot 4 + 2500 \cdot 1 + 100 \cdot 5 = 10058 \text{ руб.}$$

Стоимость вспомогательных материалов [14]:

$$C_{B.M.} = 2(C_{O,д.} + C_{K,д.} + C_{п.д.})/100, \text{ руб.} \quad (3.17)$$

$$C_{B.M.} = 2 \times (5016,2 + 10058)/100 = 301,5 \text{ руб.}$$

Полная оплата труда производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, составит [14]:

$$C_{CB.K.} = C_{CB.} + C_{д.СБ.} + C_{соц.СБ.}, \text{ руб.} \quad (3.18)$$

где $C_{CB.}$ и $C_{д.СБ.}$ – соответственно основная и дополнительная оплата труда производственных рабочих, занятых на сборке, руб.;

$C_{соц.СБ.}$ – начисления на социальные нужды на оплату труда этих рабочих, руб.

Основную оплату труда производственных рабочих, занятых на сборке:

$$C_{CB.} = T_{CB.} \cdot C_q \cdot K_{д.}, \text{ руб.}, \quad (3.19)$$

где $T_{CB.}$ – нормативная трудоёмкость сборки конструкции, чел.-ч.

$$T_{CB.} = K_C \cdot \sum t_{CB.}, \text{ чел. - ч.}, \quad (3.20)$$

где K_C – коэффициент, учитывающий соотношение между полным и оперативным временем сборки, $K_C=1,08$;

$\sum t_{CB.}$ - суммарная трудоёмкость сборки составных частей конструкции, чел.-ч.

$$\sum t_{CB.} = 3,5 \text{ чел. - ч.},$$

$$T_{CB.} = 1,08 \cdot 3,5 = 3,8 \text{ чел. - ч.},$$

$$C_q = 43,59 \text{ руб.},$$

$$C_{CB.} = 3,8 \cdot 43,59 \cdot 1,130 = 187,2 \text{ руб.},$$

$$C_{д.} = 12,5 \cdot 187,2/100 = 23,4 \text{ руб.},$$

					ВКР 35.03.06.158.21 УРТ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_{\text{соц.}} = 26 \cdot (187,2 + 23,4) / 100 = 54,8 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{сб.к.}} = 187,2 + 23,4 + 54,8 = 265,4 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции [14]:

$$C_{\text{о.п.}} = C'_{\text{пр}} \cdot R_{\text{о.п.}} / 100, \text{ руб.}, \quad (3.21)$$

где $C'_{\text{пр}}$ – основная оплата труда производственных рабочих, участвующих в изготовлении стенда, руб.:

$$C'_{\text{пр.}} = C_{\text{пр.н.}} + C_{\text{сб.к.}} + C_{\text{к.д.}}, \text{ руб.} \quad (3.22)$$

$$C'_{\text{пр.}} = 418,8 + 265,4 = 684,2 \text{ руб.}$$

$R_{\text{о.п.}}$ – процент общепроизводственных расходов: $R_{\text{о.п.}} = 142 \%$

$$C_{\text{о.п.}} = 684,2 \cdot 142 / 100 = 971,6 \text{ руб.}$$

Стоимость конструкции равна:

$$C_{\text{д.кон.}} = 5016,2 + 10058 + 265,4 + 301,5 + 917,6 = 16612 \text{ руб.}$$

Так как система изготавливается в единичном экземпляре, то результат умножаем на коэффициент 2,5:

$$C_{\text{д.кон.}} = 16612 \cdot 2,5 = 41530 \text{ руб}$$

Таблица 3.2– Исходные данные для расчёта экономической эффективности разработки системы

Показатели	Обозначение	Вариант	
		Базовый	Проект
Годовая программа обкаток КПП, шт.	$A_{\text{и}}$	100	100
Стоимость системы, руб.	$У_{\text{о}}$	76818	41530
Амортизационные отчисления, % на оборудование, % на помещение, %	$A_{\text{о}}$	12,5	12,5
	$A_{\text{п}}$	2,5	2,5
Нормативные годовые отчисления на содержание и ремонт оборудования, % помещения, %	$H_{\text{о}}$	6	6
	$H_{\text{п}}$	3	3
Стоимость 1м ² помещения, руб.	$Ц_{\text{п}}$	8625	8625
Занимаемая производственная площадь, м ²	Π	0,7	0,5

					ВКР 35.03.06.158.21 УРТ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Удельные капитальные затраты [14]:

$$K = B / A_H, \text{руб.}, \quad (3.23)$$

где B – балансовая стоимость, руб.;

A_H – годовая программа, шт. $A_H=100$

$$B = B_O + B_{II}, \text{руб.}, \quad (3.24)$$

$$B_O = C \cdot K_T, \text{руб.}, \quad (3.25)$$

где C – стоимость оборудования, руб.;

K_T – коэффициент, учитывающий накладные расходы, $K_T=1,1$.

Стоимость существующей системы составляет 76818 руб.

$$B_{O1} = 76818 \cdot 1,1 = 84500 \text{ руб}$$

$$B_{O2} = 41530 \cdot 1,1 = 45683 \text{ руб}$$

$$B_{II} = II \cdot C_{II}, \text{руб.}, \quad (3.26)$$

где II – площадь помещения занимаемое системой.

Для существующего – $0,7 \text{ м}^2$, для проектируемого – $0,5 \text{ м}^2$;

C_{II} – стоимость 1 м^2 производственного помещения: $C_{II}=8625 \text{ руб.}$

$$B_{II1} = 0,7 \cdot 8625 = 6037 \text{ руб.}$$

$$B_{II2} = 0,5 \cdot 8625 = 4312 \text{ руб}$$

$$B_1 = 84500 + 6037 = 90537 \text{ руб}$$

$$B_2 = 45683 + 4312 = 49795 \text{ руб}$$

$$K_1 = 90537 / 100 = 905,4 \text{ руб}$$

$$K_2 = 49795 / 100 = 498 \text{ руб}$$

Удельные эксплуатационные затраты [14]:

$$C = C_{ПР.Н} + C_{А.О.} + C_{А.П.} + C_{Т.О.} + C_{Т.П.}, \text{руб.}, \quad (3.27)$$

где $C_{ПР.Н.}$ – оплата труда (с начислениями) производственных рабочих, руб.;

$C_{А.О.}$ и $C_{А.П.}$ – амортизационные отчисления соответственно на оборудование и помещение, руб.;

					ВКР 35.03.06.158.21 УРТ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$C_{Т.О.}$ и $C_{Т.П.}$ – отчисления на содержание и текущий ремонт оборудования и помещения, руб.

Для обкатки КПП требуется слесарь 5-го разряда с часовой тарифной ставкой соответственно 43,59 руб.

Трудоёмкость обкатки КПП при помощи существующей системы 0,2 чел.-ч., а на проектируемой 0,16 чел.-ч.

Основная оплата труда

$$C_{ПР.1} = 0,2 \cdot 43,59 = 8,7 \text{ руб.},$$

$$C_{ПР.2} = 0,16 \cdot 43,59 = 6,9 \text{ руб.}$$

Дополнительная оплата труда

$$C_{Д1} = 12,5 \cdot 8,7 / 100 = 1,1 \text{ руб.},$$

$$C_{Д2} = 12,5 \cdot 6,9 / 100 = 1 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды

$$C_{СОЦ.1} = 26 \cdot (8,7 + 1,1) / 100 = 2,5 \text{ руб.}$$

$$C_{СОЦ.2} = 26 \cdot (6,9 + 1) / 100 = 2,1 \text{ руб.},$$

$$C_{ПР.Н.1} = 8,7 + 1,1 + 2,5 = 12,3 \text{ руб.},$$

$$C_{ПР.Н.2} = 6,9 + 1 + 2,1 = 10 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления на оборудование [14]:

$$C_{А.О.} = B \cdot A_0 / A_H \cdot 100, \text{ руб.}, \quad (3.28)$$

где A_0 – норма амортизационных отчислений на оборудование, %;

$A_0=12,5\%$;

$$C_{А.О.1} = 84500 \cdot 12,5 / 100 \cdot 100 = 105,6 \text{ руб.},$$

$$C_{А.О.2} = 45683 \cdot 12,5 / 100 \cdot 100 = 57,1 \text{ руб.}$$

Аналогично рассчитываем амортизационные отчисления на помещения, $A_0=2,5\%$

$$C_{А.П.1} = 6037 \cdot 2,5 / 100 \cdot 100 = 1,7 \text{ руб.}$$

$$C_{А.П.2} = 4312 \cdot 2,5 / 100 \cdot 100 = 1,1 \text{ руб.}$$

					ВКР 35.03.06.158.21 УРТ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Отчисления на содержание и текущий ремонт оборудования и помещений [14]:

$$C_{T.O.} = B_0 \cdot H_0 / A_H \cdot 100, \text{руб.}, \quad (3.29)$$

где H_0 – норма годовых отчислений на содержание и текущий ремонт:
для оборудования $H_0=6\%$.

$$C_{T.O.1} = 84500 \cdot 6 / 100 \cdot 100 = 50,7 \text{ руб}$$

$$C_{T.O.2} = 45683 \cdot 6 / 100 \cdot 100 = 27,4 \text{ руб}$$

Аналогично рассчитываем затраты на содержание и текущий ремонт для помещений: $H_H=3\%$.

$$C_{T.П.1} = 6037 \cdot 3 / 100 \cdot 100 = 1,8 \text{руб.},$$

$$C_{T.П.2} = 4312 \cdot 3 / 100 \cdot 100 = 1,3 \text{руб.}$$

Удельные эксплуатационные затраты

$$C_1 = 12,3 + 105,6 + 1,7 + 50,7 + 1,8 = 302,1 \text{руб},$$

$$C_2 = 10 + 57,1 + 1,1 + 27,4 + 1,3 = 97 \text{руб}$$

Приведённые затраты

$$П_{31} = 302,1 + 0,1 \cdot 631,3 = 365,2 \text{руб},$$

$$П_{32} = 97 + 0,1 \cdot 225,8 = 119,6 \text{руб}$$

Годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_Г = (П_{31} - П_{32}) \cdot A_H, \text{руб.} \quad (3.30)$$

$$\mathcal{E}_Г = (365,2 - 119,6) \cdot 100 = 24560 \text{руб}$$

Годовая экономия эксплуатационных затрат

$$\mathcal{E}_э = (302,1 - 97) \cdot 100 = 20510 \text{руб}$$

Экономическая эффективность капитальных вложений [14]:

$$\mathcal{E}_C = \mathcal{E}_э / B, \text{руб.}$$

$$\mathcal{E}_{C2} = 20510 / 41530 = 0,49$$

Срок окупаемости затрат на конструкторскую разработку [14]:

$$T_{ок} = \frac{B}{\mathcal{E}_э}, \text{лет} \quad (3.31)$$

					ВКР 35.03.06.158.21 УРТ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$T_{ок} = \frac{41530}{20510} = 2 \text{ года}$$

Расчетные данные сводим в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Экономическая эффективность разработки системы

Показатели	Вариант	
	базовый	проектируемый
Капитальные вложения на изготовление системы, руб.	–	41530
Годовая программа обкаток КПП, шт.	100	100
Затраты труда на обкатку КПП, чел.-ч	0,2	0,16
Снижение трудоемкости обкатку КПП, %	20	
Эксплуатационные затраты на обкатку КПП, руб.	302	97
Снижение эксплуатационных затрат на обкатку КПП, %	68	
Годовая экономия денежных средств, руб.	–	20510
Коэффициент эффективности капитальных вложений	–	0,49
Срок окупаемости затрат на конструкторскую разработку, лет	–	2

Произведенные расчёты показывают, что на разработку стенда для обкатки КПП необходимы капитальные вложения в размере 41530 рублей. Годовая экономия денежных средств составит 20510 рублей. Коэффициент эффективности капитальных вложений составляет 0,49, а срок окупаемости затрат на конструкторскую разработку 2 года.

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

ВКР 35.03.06.158.21 УРТ 00.00.00 ПЗ

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Произведенные расчёты показывают, что на разработку стенда обкатки КПП необходимы капитальные вложения в размере 41530 рублей. Годовая экономия денежных средств составит 20510 рублей. Коэффициент эффективности капитальных вложений составляет 0,49, а срок окупаемости затрат на конструкторскую разработку 2 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Надежность и ремонт машин / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др. Под редакцией В.В. Курчаткина - М.: Колос, 2000 - 776 с.
2. Миклуш В.П., Шаровар Т.А., Уманский Г.М. Организация ремонтно-обслуживающего производства и проектирование предприятий технического сервиса АПК - Мн.: Ураджай, 2001 - 661 с.
3. Ремонт машин . курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие . Под редакцией Миклуша В.П. Мн.: БГАТУ, 2004.-490с.
4. Молодык Н.О., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин. Справочник - М: Машиностроение, 1989 - 479 с.
5. Авдеев М.В. и др. Технология ремонта машин *, оборудования. М.: Агропромиздат, 1986 - 247 с.
6. Концепция развития технического сервиса АПК до 2005 года. М.: ГОСНИТИ.
7. Курсовое и дипломное проектирование по ремонту машин. Под редакцией Смелова А.П. М: Агропромиздат, 1991 - 192 с.
8. Техническое обслуживание и ремонт машин. Под редакцией И.Е. Улёмана - М.: Агропромиздат, 1990 - 339 с.
9. Черновалов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин - М.: Колос, 1989 - 336 с.
10. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. - М.: Колос, 1981-351 с.
11. Матвеев В.А., Пустовалов И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве - М.: Колос, 1979 г 354 с.
12. Сушкевич М.В. Контроль при ремонте с/х техники - М.: Агропромиздат, 1988 - 250 с.
13. Шадричев В.А. Основы технологии автостроения и ремонта автомобилей. - М: Машиностроение, 1976 - 376 с.

14. Ремонт автомобилей. Под редакцией СИ. Румянцева - М.: Транспорт, 1988-327 с.
15. Сидоров А.И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой - М.: Машиностроение, 1987 - 192 с.
16. Колясинский З.С., Сархомьян Г.Н., Лисковец А.М. Механизация и автоматизация авторемонтного производства - М.: Транспорт, 1982 - 160 с.
- П. Кричевский М.Е. Применение полимерных материалов при ремонте сельскохозяйственной техники - М.: Росагропромиздат, 1988 - 143 с.
18. Бобусенко СМ. Проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий - М.: Колос, 1991 - 295 с.
19. Дехтеринский Л.В. и др. Проектирование авторемонтных предприятий - М.: Транспорт, 1981 - 218 с.
20. Техническая эксплуатация сельскохозяйственной техники (Энциклопедическая книга с нормативными материалами). - М.: ГОСНИТИ, 1993-327 с.
21. В.Т. Квасов Охрана труда в сельском хозяйстве. Мн.: Ураджай, 2000 - 245 с.

СПЕЦИФИКАЦИИ

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				Документация		
A1			ВКР 35.03.06.158.21.УРТ.03.00.00.00	Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1			Вал привода	1	
A4	2			Цилиндр	1	
A4	3			Фланец	1	
A4	4			Фланец	1	
A4	5			Полумуфта	1	
A4	6			Ступица	1	
A4	7			Болт	1	

ВКР 35.03.06.158.21.УРТ.00.00.00			
Мен/Лист	№ докум	Подп	Дата
Разраб	Сафин МИ		03.21
Проф	Яхин СМ		03.21
Н.контр	Яхин СМ		03.21
Ч-д	Пикмиллин Г.В.		03.21

Привод

Копировал

Лит	Лист	Листов
	1	1

Казанский ГАУ, каф. ОИД
заочное отделение,
группа Б272-06у
Формат А4

СПРАВКА

о результатах проверки текстового документа
на наличие заимствований

Казанский Государственный Аграрный
Университет

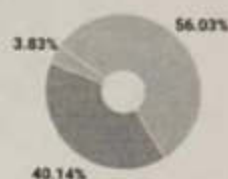
ПРОВЕРКА ВЫПОЛНЕНА В СИСТЕМЕ АНТИПЛАГИАТ.VUZ

Автор работы: Сафин М И
Самоцитирование
рассчитано для: Сафин М И
Название работы: ВКР_35.03.06_Сафин М.И._2021
Тип работы: Выпускная квалификационная работа
Подразделение: ИМИТС

РЕЗУЛЬТАТЫ

ЗАИМСТВОВАНИЯ	40.14%
ОРИГИНАЛЬНОСТЬ	56.03%
ЦИТИРОВАНИЯ	3.83%
САМОЦИТИРОВАНИЯ	0%

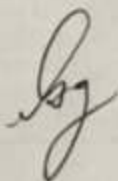
ДАТА ПОСЛЕДНЕЙ ПРОВЕРКИ: 12.03.2021



Модули поиска: ИПС Адилет; Библиография; Сводная коллекция ЭБС; Интернет Плюс; Сводная коллекция РГБ; Цитирование; Переводные заимствования (RuEn); Переводные заимствования по eLIBRARY.RU (EnRu); Переводные заимствования по Интернету (EnRu); eLIBRARY.RU; СПС ГАРАНТ; Модуль поиска "КГАУ"; Медицина; Диссертации НББ; Перефразирования по eLIBRARY.RU; Перефразирования по Интернету; Патенты СССР, РФ, СНГ; Шаблонные фразы; Кольцо вузов; Переводные заимствования

Работу проверил: Яхин С.М.

ФИО проверяющего



Дата подписи:

Подпись проверяющего



Чтобы убедиться
в подлинности справки, используйте QR-код,
который содержит ссылку на отчет.

Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование
корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего.
Предоставленная информация не подлежит использованию
в коммерческих целях.