

ФГБОУ ВО “Казанский государственный аграрный университет”

Институт механизации и технического сервиса

Направление: Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль: Сервис транспортных и транспортно-технологических
машин и оборудования (сельское хозяйство).

Кафедра: “Тракторы, автомобили и энергетические установки”

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) “бакалавр”

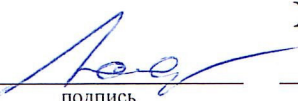
Тема Улучшение технического обслуживания МТП с разработкой подъёмника
для агрегатов ходовой части и трансмиссии автомобилей

Шифр ВКР.23.03.03.417.20.00.00.00.ПЗ

Студент	<u>Б 262-104</u>	<u></u> подпись	<u>Зиннатуллин М.Р.</u> Ф.И.О.
Руководитель	<u>доцент</u> ученое звание	<u></u> подпись	<u>Синицкий С.А.</u> Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(Протокол № 7 от 06. 02 2020 г.)

Зав. кафедрой	<u>д.т.н., профессор</u> ученое звание	<u></u> подпись	<u>Хафизов К.А.</u> Ф.И.О.
---------------	---	--	-------------------------------

Казань, 2020

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Зиннатуллина М.Р., выполнившего выпускную квалификационную работу на тему: “ Улучшение технического обслуживания МТП с разработкой подъемника для агрегатов ходовой части и трансмиссии автомобилей.

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку на 61 листе машинописного текста, включающая 18 таблиц, 9 рисунков. Библиографический список содержит 15 наименований. Графическая часть ВКР выполнена на 6 листах формата А1.

Первая часть ВКР характеризует состояние вопроса

Во второй рассматривается улучшение технического обслуживания МТП.

В третьей части приведена конструкторская разработка подъемника для агрегатов ходовой части и трансмиссии автомобилей.

Пояснительная записка завершается выводами и списком литературы.

ABSTRACT

On the final qualifying work of M. R. Zinnatullin, who completed the final qualifying work on the topic: "Improving the maintenance of the MTP with the development of a lift for the chassis and transmission units of cars. The final qualifying work contains an explanatory note on 61 sheet of typewritten text, including 18 tables and 9 figures. The bibliographic list contains 15 titles. The graphic part of the WRC is made on 6 sheets of A1 format. The first part of the WRC describes the state of the issue The second section discusses improving the maintenance of the MTP. The third part shows the design development of the lift for the chassis and transmission units of cars. The explanatory note concludes with conclusions and a list of references.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	8
1.1 Мероприятия по организации технической эксплуатации машин и оборудования	8
1.2 Обзор патентов и конструкций.....	9
2 УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МТП.....	14
2.1 Характеристика объекта проектирования и анализ производственных условий	14
2.2 Расчет состава МТП подразделения сельскохозяйственного предприятия и проектирование технического обслуживания.....	14
2.2.1 Определение потребности в технике	14
2.2.2 Планирование загрузки тракторов и машин в течении года и по месяцам.....	18
2.3 Определение количества и календарных сроков ТО и ремонтов МТП	23
2.4 Планирование работ и определение состава специализированных звеньев по ТО МТП.....	24
2.5 Расчет потребности машинно-тракторного парка в ТСМ	25
2.6 Определение основных показателей технического обслуживания	26
2.7 Расчет основных параметров ЦРМ	27
2.7.1 Определение годового объема работ по участкам ЦРМ.....	28
2.7.2 Режим работы предприятия и расчет фондов времени.....	29
2.7.3 Расчет штата предприятия.....	30

3 РАЗРАБОТКОЙ ПОДЪЁМНИКА ДЛЯ АГРЕГАТОВ ХОДОВОЙ ЧАСТИ И ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЕЙ.....	33
3.1 Обоснование конструкции	33
3.2 Описание конструкции	33
3.3 Расчет червячного редуктора.....	35
3.3.1 Расчет первой ступени червячного редуктора	35
3.4 Расчёт ходовой части	47
3.5 Прочностной расчёт.....	48
3.5.1 Расчёт кривошипов на изгиб в опасном сечении.....	48
3.6 Мероприятия по охране труда	53
3.7 Физическая культура на производстве	54
3.8 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции	55
ВЫВОДЫ.....	59
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	60
Спецификации	62

ВВЕДЕНИЕ

Эффективное функционирование экономики страны и ее различных территорий во многом зависит от слаженной продуктивной деятельности различных отраслей народного хозяйства. Важное место в этой системе занимает агропромышленный комплекс.

Машинно-тракторный парк занимает значительную долю в общей сумме основных средств производства. Повышение эффективности использования имеющегося машинно-тракторного парка позволит без дополнительных капитальных вложений увеличить объем механизированных работ, сократить агротехнические сроки их выполнения, повысить уровень механизации трудоемких процессов, снизить себестоимость продукции.

Техническое обслуживание – это совокупность работ для поддержания исправности и работоспособности машины при подготовке к использованию, использовании по назначению, транспортировке и хранении.

Система технического обслуживания и ремонта машин является комплексом взаимосвязанных мероприятий, которые определяют технологию и организацию проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту машин для конкретных условий эксплуатации с целью обеспечения необходимых показателей качества, предусмотренных соответствующей нормативно-технической документацией.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Мероприятия по организации технической эксплуатации машин и оборудования

Планово-предупредительные ТО – основное и наиболее эффективное мероприятие по поддержанию работоспособности машин, высокой их готовности к выполнению сельскохозяйственных работ. Только своевременное и качественное проведение всех видов ТО обеспечивает работу тракторов и сельскохозяйственных машин с экономически целесообразными затратами трудовых и материальных ресурсов.

Виды ТО тракторов, самоходных шасси и сельскохозяйственных машин, которые должны обязательно проводиться при их использовании (включая и период эксплуатационной обкатки новых или капитально отремонтированных машин), установлены ГОСТ 2.07.93–86 “Тракторы и сельскохозяйственные машины. Техническое обслуживание”.

Для обеспечения мастера–наладчика необходимой технологической информацией непосредственно на рабочем месте, инженер–механик должен уметь разрабатывать технологические карты на выполнение операций ТО трактора. Технологическая карта, содержащая указания последовательности выполнения операций, технических условий и применяемого оборудования, позволит упорядочить технологический процесс обслуживания, избежать пропуск отдельных операций и соблюсти технические требования на операцию.

Периодическое техническое обслуживание – это комплекс операций ТО, установленных для машин данной марки, выполняемых через определённый интервал наработки, с целью восстановления её работоспособности.

1.2 Обзор патентов и конструкций

Ниже представлено описание к патенту № 850568, [15].

Изобретение относится к оборудованию для обслуживания и ремонта автомобилей, в частности к подъемникам для вывешивания, снятия и транспортировки агрегатов автомобиля, предназначен для использования на автотранспортных предприятиях на постах технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей.

Известен подъемник передвижной, содержащий механизм подъема с грузовой площадкой и корпус, на котором смонтирован ролик, перемещающийся по направляющим вдоль осмотровой канавы, он снабжен подпружиненной опорной тележкой и приспособлением для регулировки усилия сжатия пружин, а на корпусе установлена подвижная вдоль него обечайка, на которой смонтирован ролик, приспособление для регулировки усилия сжатия пружин содержит винтовые пары, гайки которых укреплены на опорной технике, а винты установлены на корпусе (11).

Недостатками известного подъемника является ограничение функциональных возможностей работы.

Этот подъемник вывешивает автомобиль только за заднюю или переднюю оси. Для подъема автомобиля за раму у него не хватает рабочего хода, так как большая часть рабочего хода используется для подвода грузовой площадки подъемника к раме автомобиля, а оставшийся рабочий ход не обеспечивает отрыв автомобиля от поверхности пола. Невозможность вывешивания автомобиля за раму усложняет процесс замены рессор, помимо этого, снятие таких агрегатов как коробка передач, редуктор заднего моста, карданный вал проводилось с помощью двух подъемников, между которыми прокладывалась траверса сложной конфигурации. На траверсу навешивался соответствующий агрегату захват. Эти работы требуют значительного времени и усложняют процесс снятия агрегатов, снижают производительность.

Увеличить высоту подъема можно за счет увеличения габаритных размеров подъемника по высоте, однако этой возможностью в данном случае воспользоваться нельзя, т.е. увеличить габаритные размеры подъемника по высоте невозможно: во-первых, из-за ограниченных размеров по высоте осмотровой канавы, во-вторых, автомобиль должен проходить над подъемником свободно.

Эти недостатки приводят к тому, что данный подъемник не обеспечивает выполнения полного объема работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту автомобиля из-за недостаточной высоты подъема, и требует при выполнении определенных работ второго подъемника и траверсы, создающие неудобства в работе.

Цель изобретения в расширение функциональных возможностей подъемника.

Выдвижная стойка выполнена с отверстием в верхнем торце для установки сменной опоры.

Подъемник передвижной содержит механизм 1 подъема, корпус 2, на котором установлена подвижная вдоль него обечайка 3 с укрепленным роликом 4, перемещающимся по верхним направляющим 5 вдоль осмотровой канавы, приспособление 6 для регулировки усилия сжатия пружин 7, подпружиненную опорную тележку 8, с катками 9, перемещающиеся по нижней направляющей 10 вдоль осмотровой канавы, нижнюю опору 10, рычажный параллелограмм 11, выдвижную стойку 12.

Механизм 1 подъема имеет две рабочие штанги 13 с грузовым винтом 14, редуктор 15, электродвигатель 16 и грузовую площадку 17, в которой установлена выдвижная стойка 12.

Выдвижная стойка 12 фиксируется относительно грузовой площадки 17 фиксатором 18. Рычажный параллелограмм соединяется с механизмом подъема при помощи тяги 19 и дополнительной грузовой опоры 20, которая вставляется в отверстие 21 торца выдвижной стойки 12. Длина тяги 19 регулируется за счет резьбового соединения стержня тяги с присоединительными серьгами. Рычаж-

ный параллелограмм несет сменную дополнительную грузовую опору для агрегатов 22.. С помощью фиксатора 23 блокируют нижнюю опору 10 с подпружиненной опорной тележкой 8.

Усовершенствованная предлагаемая конструкция подъемника расширяет функциональные возможности подъемника: позволяет вывешивать автомобиль за раму, производить смену агрегатов с одного подъемника, а при работе двух подъемников - одновременно двух агрегатов, создает удобство в работе (отсутствие траверсы), увеличивает производительность труда.

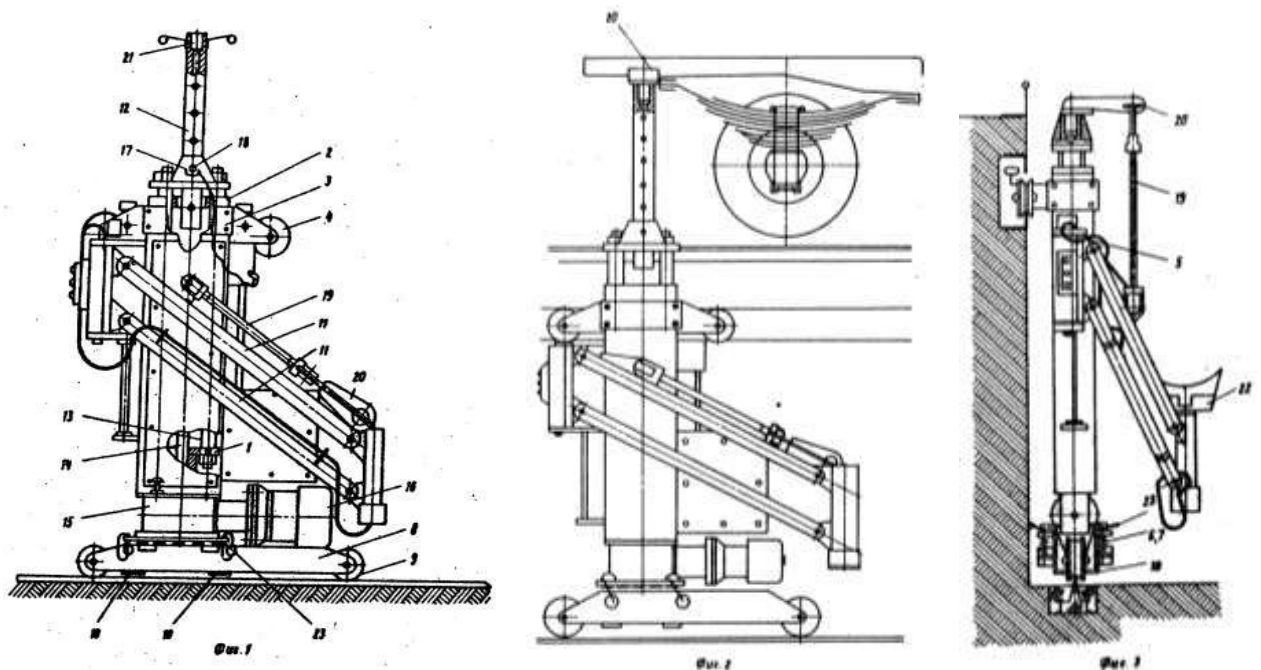


Рисунок 1.1 – Схема к патенту № 850568

Тележка модели П-216 для снятия-установки рессор снабжена поворотной стрелой с захватом для удержания рессоры, соединенной с силовым гидравлическим цилиндром. Для обеспечения постоянства наклона рессоры, закрепленной в захвате, независимо от высоты ее подъема, стрела представляет собой систему равноплечных рычагов.

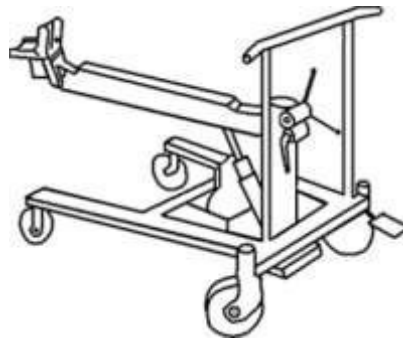
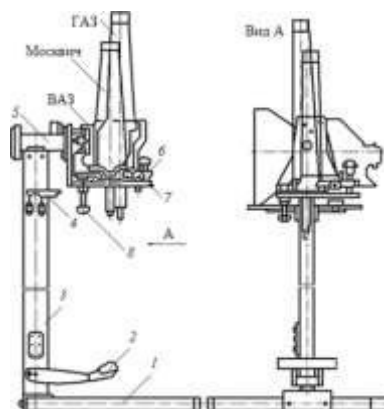


Рисунок 1.2 -. Тележка мод. П-216 для снятия-установки рессор грузовых автомобилей, [14].

Подъем стрелы производится гидроцилиндром, приводимым в действие от плунжерного насоса с педальным приводом. Поворот стрелы осуществляется от червячной передачи ручного действия. Грузоподъемность тележки — 100 кг, масса — 150 кг.

Для обеспечения удобства выполнения участковых ремонтных работ при разборке-сборке агрегатов и узлов, снятых с автомобиля на АРП и СТОА широко используются различные специализированные стенды.

Для разборки и сборки коробок передач легковых автомобилей применяется стационарный универсальный стенд модели Р-278М (рисунок 1.4). Агрегат крепится зажимами, управление фиксатором — ножное, поворот планшайбы — ручной. Габариты стенда 76 700х1000* 1074 мм, масса 55 кг.



1 — основание; 2 — педаль; 3 — стойка; 4 — поддон; 5 — корпус; 6, 8 — зажимы; 7 — планшайба

Рисунок 1.3 - Стенд мод. Р-278М для разборки-сборки коробок передач легковых автомобилей, [12].

Стенд состоит из станины, планшайбы 7 и зажимов 6, 8. Станина выполнена в виде стальной сборной конструкции, состоящей из основания 1, стойки.?, корпуса 5, педали 2 и поддонов 4. Основание и стойка сделаны из труб прямоугольного сечения. Для удобства транспортировки стенда основания отделяются от станины, а на месте установки стенда вновь закрепляются болтами. В корпусе 5 установлен вал с фланцем для крепления планшайбы 7. С другой стороны вала на его конусную часть устанавливается диск с отверстиями для фиксации положения планшайбы.

Планшайба представляет собой стальную сварную конструкцию, состоящую из основания, двух упоров, втулки и ограничителя. К плоскости основания планшайбы сверху крепятся три штыря, снизу приваривается втулка.

2 УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МТП

2.1 Характеристика объекта проектирования и анализ производственных условий

По организации технической эксплуатации машинно-тракторного парка описывается состав стационарных и передвижных средств ТО, ремонта и диагностики, а также сведения о техническом состоянии тракторов и автомобилей на начало планируемого года.

Таблица 2.1.

Данные о количестве и наработке тракторов и автомобилей.

Наименование машин	Марка	Кол-во	Средняя наработка за год в физ. га, т км, у.э.га
Тракторы	К-701	1	2585,57
	Т-150К	1	1723,72
	МТЗ-80	8	1005,5
	ДТ-75МВ	3	1119,3
Автомобили	Камаз-54102	3	20000
	ГАЗ-53	5	14500
	ЗИЛ-130	2	17120
Специальные автомобили	АТО-А	2	3500
Заправщик	МЗ-3904	2	5000
Автобус	ПАЗ-3205	2	3000

2.2 Расчет состава МТП подразделения сельскохозяйственного предприятия и проектирование технического обслуживания

2.2.1 Определение потребности в технике

Определение потребности в технике производится с использованием нормативного метода. Норматив, характеризующий удельную потребность в той или иной машине на 1000 га пашни или площади посевов определенной культуры для типичного хозяйства, отражается зонально, [7].

Потребность в технике для конкретного хозяйства определяется наложением этих нормативов на структуру его посевных площадей.

$$M_u = \kappa \cdot M_n \cdot F / 1000, \text{ шт.}, \quad (2.1)$$

где M_u – инвентарное количество техники, шт.;

M_n – нормативная потребность в технике для типичного хозяйства, шт./1000 га;

F – площадь пашни или посевов по культурам (в зависимости от типа машин), га;

κ – поправочный коэффициент, учитывающий отличие в характеристиках типичного и конкретного хозяйств по производительности МТА.

Поправочный коэффициент для дипломного проекта принимают равным 1 и не учитывают в дальнейших расчетах.

Произведем расчет количества тракторов в хозяйстве:

$$\text{К-701} \quad M_u = 1 \cdot 0,4 \cdot 2734 / 1000 = 1 \text{ шт.};$$

$$\text{Т-150К} \quad M_u = 1 \cdot 0,6 \cdot 2734 / 1000 = 2 \text{ шт.};$$

$$\text{ДТ-75М} \quad M_u = 1 \cdot 2 \cdot 2734 / 1000 = 6 \text{ шт.};$$

$$\text{МТЗ-80} \quad M_u = 1 \cdot 8 \cdot 1298 / 1000 = 10 \text{ шт.}$$

При расчете количества машин для внесения удобрений исходим из следующих данных: норма органических удобрений 10 т/га, отсюда получаем, что органических удобрений необходимо 22380 т. Поскольку машины для внесения удобрений рассчитываются из нормы на 10 тыс.т. удобрений в год имеем:

$$\text{ПНЖ-250} \quad M_u = 1 \cdot 0,2 \cdot 22380 / 10000 = 1 \text{ шт.};$$

$$\text{РОУ-6} \quad M_u = 1 \cdot 3 \cdot 22380 / 10000 = 7 \text{ шт.}$$

Аналогично делаем расчет для других сельскохозяйственных машин.

Таблица 2.2 - Сведения о техническом состоянии тракторов и расходе топлива на начало планируемого года.

Марка трактора	Инвентарный номер	Год выпуска	Количество израсходованного топлива от последнего КР, кг
1	2	3	4
К-701	1	1989	744256
Т-150К	2	1987	877442
Т-150К	3	1990	752093
МТЗ-80	4	1990	2586346
МТЗ-80	5	1991	2442660
МТЗ-80	6	1992	2298974
МТЗ-80	7	1989	2730032
МТЗ-80	8	1993	2155288
МТЗ-80	9	1993	2154688
МТЗ-80	10	1989	2729432
МТЗ-80	11	1990	2585746
МТЗ-80	12	1991	2442060
МТЗ-80	13	1987	3017403
ДТ-75МВ	14	1987	1494927
ДТ-75МВ	15	1987	1494377
ДТ-75МВ	16	1988	1423740
ДТ-75МВ	17	1988	1423160
ДТ-75МВ	18	1989	1352553
ДТ-75МВ	19	1989	1351953

Таблица 2.3-Расчет потребности в технике с использованием нормативного метода.

Марка технического средства	Культура, угодья, по которым рассчитывается потребность, га	Нормативная потребность, шт./ 1000 га	Потребность в технике, шт.	Имеется в хозяйстве, шт.
1	2	3	4	5
Тракторы				
К-701	2734	0,4	1	1
Т-150К	2734	0,6	2	1
МТЗ-80	1298	8	10	8
ДТ-75МВ	2734	2	6	3
Бороны				
БЗСС-1,0	1487	76	113	120
Культиваторы				
КПС-4	1487	12	18	16
КРН-5,6	653	4	3	3
Катки				
ЗККШ-6	1487	12	18	15
Плуги				
ПЛН-6-35	1487	5	2	1
ПН-8-40			1	1
ПЛН-4-35			5	3
Луцильники				
ЛДГ-15	1487	4	1	1
ЛДГ-10			5	3
Сеялки				
СЗ-3,6	1487	12	9	8
СЗП-3,6			9	5
СУПН-8	653	5	4	3
Копновозы				
КУН-10	645	7,5	5	6
Косилки				
КТП-6	645	7,5	5	7
Волокуши				
ВТУ-10	1487	2,6	2	1
ВНК-11			2	2
Стогометатели				
ПФ-0,5	1487	2,1	4	4
Жатки				
ЖРС-4,9	1487	4	6	7
Прицепы				
2ПТС-4М	1487	2,3	4	4
3ПТС-12			1	1

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
Зерноуборочные комбайны				
СК-5 “НИВА”	1487	7,7	6	5
ДОН-1500			2	1
Енисей			4	4
СП-16			2	2
Автомобили				
ГАЗ-53	1487	4,3	3	5
КамАЗ-54102			3	3
ЗИЛ-130			1	2
Специальные автомобили				
АТО-А	1487	0,75	1	1
Заправщик				
МЗ-3904	1487	1,2	2	2
Автобус				
ПАЗ-3205	1487	1,2	2	2

Проанализировав произведенный расчет можно сделать вывод о том, что в проектируемом хозяйстве имеется недостаток некоторых видов машин.

На основании таблицы 2.3 можно порекомендовать хозяйству приобрести недостающие машины такие как: - тракторы Т-150К -1шт; МТЗ-80 – 2 шт.; ДТ-75М – 1 шт.; плуги ПЛН-6-35 – 1 шт., ПЛН-4-35 -2шт; сеялки СУПН-8 – 1 шт.; - луцильники ЛДГ-10 – 2шт.; культиваторы – КПС-4 -2шт; - зерноуборочные комбайны СК-5 “ НИВА” - 1 шт.; ДОН-1500 – 1 шт.

Но в связи с тем, что в хозяйстве недостаточно денежных средств, то на данный момент это невозможно.

2.2.2 Планирование загрузки тракторов и машин в течении года и по месяцам

Планирование загрузки тракторов и машин в течение года и по месяцам производится на основе годового плана механизированных работ по всем культурам, возделываемым в конкретном хозяйстве.

Годовой объем механизированных работ:

$$W^p = \sum F_i \cdot k_i, \text{ у.э.га,} \quad (2.2)$$

где F_i – площадь пашни под возделываемой культурой, га;

k_i – коэффициент интенсивности, равный удельной трудоемкости механизированных работ, приходящейся на гектар возделываемой культуры, у.э.га/га;

i – количество культур, возделываемых в подразделении, шт.

$$W^p = 1100 \cdot 6,3 + 387 \cdot 6,3 + 907 \cdot 5,6 + 340 \cdot 5,6 + 653 \cdot 8,2 + 645 \cdot 9,0 = \\ = 6930 + 2438,1 + 5079,2 + 1904 + 5354,6 + 5805 = 25606,9 \text{ у.э.га}$$

Таблица 2.4- Расчет объема механизированных работ в растениеводстве.

Наименование культуры	Площадь пашни, га	Удельная трудоемкость, у.э.га/га	Годовой объем механизированных работ, у.э.га
Озимая рожь	387	6,3	2438,1
Озимая пшеница	1100	6,3	6930
Яровая пшеница	907	5,6	5079,2
Ячмень	340	5,6	1904
Многолетние травы	645	9,0	5805
Подсолнечник	645	8,2	5354,6
Итого:	2734	---	25606,9

Объем механизированных работ распределяется по тракторам с учетом коэффициентов перевода в условные эталонные тракторы и относительной загрузки:

$$W_{y.np.} = W^p / \Sigma(M_{uj} \cdot k_{yj} \cdot c_j), \text{ у.э.га}, \quad (2.3)$$

где $W_{y.np.}$ – приведенная нагрузка на эталонный трактор, у.э.га;

M_{uj} – количество тракторов данной марки, шт.;

k_{yj} – коэффициент перевода тракторов в условные эталонные;

c_j – коэффициент относительной загрузки тракторов;

j – количество марок тракторов в подразделении, шт.

Приведенная нагрузка на эталонный трактор:

$$W_{y.np.} = \frac{25606,9}{1 \cdot 2,7 \cdot 0,9 + 2 \cdot 1,65 \cdot 0,8 + 10 \cdot 0,7 \cdot 1,1 + 6 \cdot 1,1 \cdot 1} = 1322 \text{ у.э.га}$$

Нагрузка, приходящаяся на каждый трактор данной марки:

$$W_j^p = W_{y.np.} \cdot k_{yj} \cdot c_j, \text{ у.э.га}. \quad (2.4)$$

К-701	$W_j^p = 1322 \cdot 2,7 \cdot 0,9 = 3212,46 \text{ у.э.га}$
Т-150К	$W_j^p = 1322 \cdot 1,65 \cdot 0,8 = 1745 \text{ у.э.га}$
ДТ-75М	$W_j^p = 1322 \cdot 1,1 \cdot 1 = 1454,2 \text{ у.э.га}$
МТЗ-80	$W_j^p = 1322 \cdot 0,7 \cdot 1,1 = 1018 \text{ у.э.га}$

Полный объем механизированных работ, приходящийся на каждый трактор данной марки:

$$W_{\text{зодж}} = W_j^p (1 + \Delta W / 100), \text{ у.э.га}, \quad (2.5)$$

где ΔW – доля объема механизированных работ вне растениеводства, %.

К-701	$W_{\text{зодж}} = 3212,46 \cdot (1 + 40/100) = 4497,44 \text{ у.э.га}$
Т-150К	$W_{\text{зодж}} = 1745 \cdot (1 + 40/100) = 2443 \text{ у.э.га}$
ДТ-75М	$W_{\text{зодж}} = 1454,6 \cdot (1 + 20/100) = 1745,5 \text{ у.э.га}$
МТЗ-80	$W_{\text{зодж}} = 1018 \cdot (1 + 40/100) = 1425,2 \text{ у.э.га}$

Расход топлива, приходящийся на каждый трактор данной марки:

$$G_{\text{зодж}} = W_{\text{зодж}} \cdot g_{\text{услj}}, \text{ кг}, \quad (2.6)$$

где $g_{\text{услj}}$ – удельный расход топлива, кг/у.э.га.

К-701	$G_{\text{зодж}} = 4497,44 \cdot 16,67 = 74972,3 \text{ кг}$
Т-150К	$G_{\text{зодж}} = 2443 \cdot 12,12 = 29609,2 \text{ кг}$
ДТ-75М	$G_{\text{зодж}} = 1745,5 \cdot 10,6 = 18502,3 \text{ кг}$
МТЗ-80	$G_{\text{зодж}} = 1425,2 \cdot 14,29 = 20366,1 \text{ кг}$

Годовая загрузка и расход топлива по маркам тракторов:

$$U_{\text{эj}} = W_{\text{зодж}} \cdot M_{\text{иj}}, \text{ у.э.га}; \quad (2.7)$$

$$Q_j = G_{\text{зодж}} \cdot M_{\text{иj}}, \text{ кг}, \quad (2.8)$$

К-701	$U_{\text{эj}} = 4497,44 \cdot 1 = 4497,44 \text{ у.э.га}$ $Q_j = 74972 \cdot 1 = 74972 \text{ кг}$
Т-150К	$U_{\text{эj}} = 2443 \cdot 2 = 4886 \text{ у.э.га}$

$$Q_j = 29609,2 \cdot 2 = 59218,4 \text{ кг}$$

$$\text{ДТ-75М} \quad U_{\text{эж}} = 1745,5 \cdot 6 = 10473 \text{ у.э.га}$$

$$Q_j = 18502,3 \cdot 6 = 111013,8 \text{ кг}$$

$$\text{МТЗ-80} \quad U_{\text{эж}} = 1425,2 \cdot 10 = 14252 \text{ у.э.га}$$

$$Q_j = 20366,1 \cdot 10 = 203661 \text{ кг}$$

Годовую загрузку по каждой марке тракторов распределяем по месяцам обобщенного практического опыта расхода нефтепродуктов.

Результаты расчетов годовой загрузки сводим в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Расход топлива по месяцам года.

Расход топлива по месяцам года. Месяцы года	Расход топлива			
	К-701	Т-150К	МТЗ-80	ДТ-75МВ
Январь	7497	5922	5551	8146
Февраль	5998	4737	5551	8146
Март	2999	2369	6661	6110
Апрель	7497	5922	11101	24439
Май	5998	4737	11101	28513
Июнь	3749	2961	14432	1019
Июль	3749	2961	11101	3055
Август	7497	5922	11101	4074
Сентябрь	12745	10067	11101	3056
Октябрь	7497	5922	11101	2037
Ноябрь	5248	4145	6661	1019
Декабрь	4498	3553	5551	4073

Составление календарного плана использования сельскохозяйственных машин проводим с учетом показателей их загрузки. Количество машин, необходимое для выполнения запланированного объема работ определяем по результатам расчетов.

На план-графике по месяцам года для отдельных типов и марок сельскохозяйственных машин отмечаем календарные сроки сельскохозяйственных работ. Календарные сроки их использования принимают по типовым технологиям, разработанным для условий зоны.

Таблица 2.6.

Расчет годовой загрузки тракторов по маркам.

Мар- ка трак- тора	Кол- во трак- торов	Коэф- фици- ент пере- вода	Коэф- фици- ент отно- ситель- ной загру- зки	Приве- денная нагру- зка на услов- ный трак- тор, у.э.га.	Годовой объем механи- зированных ра- бот в растение- водстве, у.э.га.	Доля ме- ханизми- рованных работ вне растение- водства, %	Суммарный годовой объем работ у.э.га.		Удель- ный рас- ход топ- лива, кг/у.э.га.	Расход топлива на весь объем, кг.
							На 1 трак- тор	На все трак- тора		
---	M_{ii}	k_{yi}	c_i	$W_{y.pr}$	$W_{p.i}$	ΔW	$W_{год i}$	$U_{эi}$	$g_{усл.i}$	Q_i
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
К-701	1	2,7	0,9	1322	3212,46	40	4497,44	4497,44	16,67	74972
Т-150К	2	1,65	0,8		1745	40	2443	4886	12,12	59218,4
ДТ- 75МВ	6	1	1		1454,6	20	1745,5	10473	10,6	111013,8
МТЗ-80	10	0,7	1,1		1018	40	1425,2	14252	14,29	203661
ИТОГО:	19	---	---	1322	7430,06	---	---	34108,44	---	421865,2

2.3 Определение количества и календарных сроков ТО и ремонтов МТП

Определение количества и календарных сроков технического обслуживания и ремонтов МТП проводим с учетом анализа исходных данных по техническому состоянию тракторов и планируемой загрузки сельскохозяйственными работами каждой марки тракторов.

Таблица 2.7 -Периодичность и трудоемкость проведения ТО тракторов.

Марка трактора	Наименование показателей	Значение показателей по видам ТО			
		ТО-1	ТО-2	ТО-3	СО
К-701	Периодичность, кг. топлива	2700	10800	43200	2 раза в год
	Трудоемкость, чел.-ч.	2,5	10,6	43,2	18,3
Т-150К	Периодичность, кг. топлива	2500	10000	20000	2 раза в год
	Трудоемкость, чел.-ч.	2,3	8,1	42,3	5,3
ДТ-75МВ	Периодичность, кг. топлива	1450	2900	11600	2 раза в год
	Трудоемкость, чел.-ч.	3,0	7,4	20,7	11,3
МТЗ-80	Периодичность, кг. топлива	1050	4200	8400	2 раза в год
	Трудоемкость, чел.-ч.	3,2	8,3	19,8	3,5

Затраты труда на проведение ТО определяется по формуле,[6]:

$$A = \sum(n \cdot T) \text{ чел.ч,} \quad (2.9)$$

где n - количество ТО;

T - трудоемкость ТО соответствующих видов, чел.ч.

Например, для тракторов марки К-701 в январе имеем: 3ТО-1 и одно ТО-2 , отсюда затраты труда равны:

$$A = 3 \cdot 2,5 + 11,6 = 19,1 \text{ чел.ч}$$

Аналогично вычисляем затраты труда по месяцам для других марок тракторов, с учётом обоснования общей схемы организации работ по ТО.

2.4 Планирование работ и определение состава специализированных звеньев по ТО МТП

Планирование работ и определение состава специализированных звеньев по ТО МТП начинаем с планирования затрат рабочего времени для звена мастеров-наладчиков, основная задача которого – своевременное и качественное выполнение ТО-1 и ТО-2 тракторов и комбайнов.

Затраты рабочего времени на устранение технических неисправностей, выявившихся при выполнении ТО–1 и ТО–2 тракторов и сложных сельскохозяйственных машин, составляют до 35% от нормативной трудоёмкости этих ТО,[6].

Загрузку звена необходимо планировать таким образом, чтобы затраты рабочего времени на ТО и ТР за месяц были примерно равны месячному фонду рабочего времени всех членов звена $\Phi_{зв}$.

$$A = \Phi_{зв}, \quad (2.10)$$

$$\text{где } \Phi_{зв} = n_p \cdot D_p \cdot T_{см} \cdot \tau - \text{фонд рабочего времени звена, чел.ч;} \quad (2.11)$$

D_p - число рабочих дней за месяц наиболее напряженного периода (в среднем 25,2 дня);

n_p - число мастеров-наладчиков в звене, чел;

$T_{см}$ - продолжительность рабочего дня (принимается по продолжительности рабочего дня механизаторов в напряженный период 14 часов), ч;

τ – коэффициент использования времени смены (при работе на ПТО - 0,7 - 0,9 и при использовании мобильных АТО - 0,6 - 0,7) ,[6].

Учитывая, что среднемесячные затраты рабочего времени на ТО и ТР равны $A=580,6$ чел.-ч., то получаем число мастеров-наладчиков в звене:

$$n_p = \frac{A}{D_p \cdot T_{см} \cdot \tau} = \frac{580,6}{25,2 \cdot 14 \cdot 0,9} = 1,83 \approx 2 \text{ чел}, \quad (2.12)$$

Таким образом, получаем, что для проведения всех работ по ТО и ТР нам необходимо 1 звено мастеров-наладчиков. График затрат по ТО и ТР тракто-

ров и сельскохозяйственных машин представлен на листе 3 графического материала.

2.5 Расчет потребности машинно-тракторного парка в ТСМ

Определим расход ТСМ на проектируемое подразделение с учетом дополнительных расходов на проведение ТО по месяцам года.

На напряженный период работ (максимальный расход топлива) определяют производственный запас ТСМ.

Таблица 2.8 - Расход ТСМ.

Месяцы года	Наименование нефтепродуктов					
	Диз - е топливо	Диз - е масло	Автотрак. масло	Транс-е масло	Солидол	Пусковой бензин
Январь	27116	1355,8	233,2	94,9	43,4	100,31
Февраль	24432	1221,6	210,1	85,5	39,1	100,31
Март	18139	907	156	63,5	29	107,56
Апрель	48959	2448	421	171,4	78,3	229,1
Май	50349	2517,5	433	176,2	80,6	243,34
Июнь	22161	1108,1	190,6	77,6	35,5	222,38
Июль	20866	1043,3	179,5	73	33,4	186,39
Август	28594	1429,7	245,9	100	45,8	286,06
Сентябрь	36969	1848,5	317,9	129,4	59,2	250,46
Октябрь	26557	1327,9	228,4	92,9	42,5	214,86
Ноябрь	17073	853,7	146,2	59,8	27,3	121,8
Декабрь	17675	883,8	152	61,9	28,3	86,07
Итого за год	448864	16944,9	2913,8	1186,1	542,4	2148,64

Таблица 2.9 - Коэффициент использования тракторного парка.

Месяцы	Трактора							
	%	К-701	%	Т-150К	%	ДТ-75М	%	МТЗ-80
Январь	0,1	1	0,1	1	0,4	3	0,1	1
Февраль	0,1	1	0,1	1	0,4	3	0,1	1
Март	0,2	1	0,2	1	0,2	2	0,2	2
Апрель	0,4	1	0,4	1	0,95	6	0,8	8
Май	0,6	1	0,6	2	0,95	6	0,95	10
Июнь	0,4	1	0,4	1	0,2	2	0,95	10
Июль	0,4	1	0,4	1	0,2	2	0,95	10
Август	0,8	1	0,8	2	0,95	6	0,8	8
Сентябрь	0,95	1	0,95	2	0,85	6	0,6	6

Октябрь	0,8	1	0,8	2	0,85	6	0,6	6
Ноябрь	0,2	1	0,2	1	0,65	2	0,2	2
Декабрь	0,2	1	0,2	1	0,1	1	0,1	1

Таблица 2.10 -Средняя наработка тракторов за год.

Месяцы	Трактора							
	%	К-701	%	Т-150К	%	ДТ-75М	%	МТЗ-80
Январь	10	449,7	10	244,3	4	69,9	5	71,3
Февраль	8	359,8	8	193,8	4	69,9	5	71,3
Март	4	179,9	4	96,9	3	52,4	6	85,5
Апрель	10	449,7	10	244,3	12	209,5	10	142,5
Май	8	359,8	8	96,9	14	244,37	10	142,5
Июнь	5	224,9	5	122,2	5	87,3	13	185,3
Июль	5	224,9	5	122,2	6	104,8	10	142,5
Август	10	449,7	10	244,3	20	349,1	10	142,5
Сентябрь	17	764,5	17	415,3	15	261,8	10	142,5
Октябрь	10	449,7	10	244,3	10	174,6	10	142,5
Ноябрь	7	314,8	7	171	5	87,3	6	85,5
Декабрь	6	269,8	6	145,4	2	34,9	5	71,3

2.6 Определение основных показателей технического обслуживания

Главная задача технического обслуживания – поддержание МТП в исправном состоянии, которое характеризуется высоким уровнем коэффициента технической готовности, и другими показателями.

Коэффициент технической готовности:

$$\eta_{ТГ} = (M_u \cdot D_{год} - \sum_{j=1}^N (M_{ТО} \cdot D_{ТО} + M_{рем} \cdot D_{рем})) / M_u \cdot D_{год}, \quad (2.13)$$

где M_u , $M_{ТО}$, $M_{рем}$ - число тракторов соответственно инвентарных (ΣM_{ij}), находящихся на ТО и в ремонте, шт.;

$D_{год}$, $D_{ТО}$, $D_{рем}$ - число дней соответственно календарных рабочих ($D_{год}=300$ дней), нахождения на ТО и в ремонте.

Принимаем, что ТО-1, ТО-2 проводятся за 1 день по каждому трактору, ТО-3 и СО за 2 дня, ТР за 8 дней, КР за 25 дней,[6].

Используя Лист 2 графического материала, находим:

$M_{то-1}=211$, $M_{то-2}=37$, $M_{то-3}=15$, $M_{тр}=12$, $M_{кр}=4$.

$$\eta_{тг} = (19 \cdot 300 - (211 \cdot 1 + 37 \cdot 1 + 15 \cdot 2 + 12 \cdot 8 + 4 \cdot 25)) / 19 \cdot 300 = 0,92$$

Расход топлива на условный эталонный трактор определяем по формуле:

$$\theta = Q / W_{год}, \quad (2.14)$$

где Q - годовой расход топлива на МТП проектируемого подразделения, кг;

$W_{год}$ - годовой объем работ, выполненный МТП подразделения с учетом работ вне растениеводства, у.э.га.

$$\theta = 143449,6 / 10111,1 = 14,2 \text{ кг} / \text{у.э.га}$$

Проанализировав вышеприведенный расчет, можно сделать вывод о том, что коэффициент технической готовности данного машинно-тракторного парка равен 0,92, что соответствует нормальному значению, однако в дальнейшем необходимо предусмотреть меры по повышению коэффициента технической готовности. Рассчитанный расход топлива на условный эталонный гектар в среднем по машинно-тракторному парку (14,2 кг/у.э.га) характеризует его, как незначительно завышенным.

2.7 Расчет основных параметров ЦРМ

В целях улучшения условий и качества проведения ТО и ремонта машинно-тракторного парка произведем в данном разделе расчеты и по их результатам предложения по реконструкции ЦРМ хозяйства, а также проектирование участка диагностики. На данном участке будут проводиться работы по диагностике тракторов и автомобилей, а также техническое обслуживание и устранение неисправностей.

В настоящее время при недостаточном количестве, практически отсутствии, ремонтно-обслуживающих предприятий и тяжелом материальном положении сельского хозяйства, становится тяжело производить ремонтные работы некоторых, энергонасыщенных, тракторов. Вследствие этого предлагаю проводить обслуживание техники в ЦРМ хозяйства.

2.7.1 Определение годового объема работ по участкам ЦРМ

Определение затрат рабочего времени на выполнение ТО и ремонтов проводится по всем тракторам, как по месяцам так и за год в целом.

Исходными данными служат: годовой план-график ТО и ремонтов тракторов; нормативная трудоемкость каждого вида ТО.

Таблица 2.11 - Количество ТО и ремонтов, шт.

Марка тракторов	Количество				
	ТО-1	ТО-2	ТО-3	СО	ТР
К-701	27	6	1	2	1
Т-150К	22	4	1	4	1
ДТ-75М	61	10	4	12	4
МТЗ-80	101	17	9	20	6

Таблица 2.12 -Трудоемкость ТО тракторов, чел - ч.

Марка тракторов	Значения показателей по видам ТО				
	ТО-1	ТО-2	ТО-3	СО	ТР
К-701	2,5	10,6	-	18,3	-
Т-150К	2,3	8,1	42,3	5,3	43,2
ДТ-75М	3,0	7,4	20,7	11,3	21,2
МТЗ-80	3,2	8,3	19,8	3,5	20,2

Таблица 2.13 -Годовой объем работ по ТО и ремонту тракторов, чел–ч.

Марка тракторов	Значения показателей по видам ТО				
	ТО-1	ТО-2	ТО-3	СО	ТР
К-701	67,5	63,6	---	36,6	---
Т-150К	50,6	32,4	42,3	21,2	43,2

ДТ-75М	183	74	82,8	135,6	84,8
МТЗ-80	323,2	141,1	178,2	70	121,2
Итого:	624,3	311,1	303,3	141,4	249,2

К общей трудоемкости прибавим работы по ТО и ремонту автомобилей 30%, тогда общий годовой объем работ составляет $T_T=2118,1$ чел-ч.

Распределение годового объема ремонтных работ производится в соответствии со структурой ремонтной мастерской. На основании этого распределения производится расчет количественного состава рабочих, оборудования и площадей ЦРМ.

Распределение работ по участкам центральной ремонтной мастерской производится в процентном соотношении и представлено в таблице.

Для ЦРМ принимаем следующие участки: 1. Участок наружной мойки (находится за пределами ЦРМ); 2. Участок диагностики; 3. Разборочно-сборочный участок (включает в себя посты: - мойки деталей, с рабочим местом для дефектовки и комплектовки; - посты ТР и ТО тракторов); 4. Участок ТР двигателей; 5. Сварочный участок; 6. Кузнечно-термический участок; 7. Медницко-жестяницкий участок; 8. Слесарно-механический (станочный) участок; 9. Участок ремонта топливной аппаратуры; 10. Компрессорная; 11. Электрощитовая; 12. Склад готовой продукции, запасных частей и инструментальная кладовая; 13. Бытовые помещения (раздевалка, санузел, душевая, комната отдыха).

В соответствии с нормативами [20] определяем трудоемкость работ по участкам.

2.7.2 Режим работы предприятия и расчет фондов времени

Факторами, определяющими режим работы ЦРМ, являются продолжительность рабочих смен и их количество. Продолжительность смены устанавливают в соответствии с действующим трудовым законодательством.

Количество рабочих смен – 1;

Продолжительность смены – $T_{см}=8$ ч;

Количество рабочих дней в неделе – 5.

Номинальный фонд времени рабочего определяется по формуле:

$$\Phi_{H.P.} = (d_K - d_B - d_{II}) \cdot T_{CM} - d_{III}, \quad (2.15)$$

где d_K , d_B , d_{II} , d_{III} – число календарных, выходных, праздничных и предпраздничных дней;

T_{CM} – продолжительность рабочей смены, ч.

$$\Phi_{H.P.} = (365 - 104 - 14) \cdot 8 - 7 = 1969 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени рабочего определяем следующим образом:

$$\Phi_{D.P.} = (d_K - d_B - d_{II} - d_O) \cdot T_{CM} \cdot \kappa - d_{III} \cdot \kappa, \quad (2.16)$$

где d_O – продолжительность отпуска рабочего за планируемый период, дней (24 дня);

κ – коэффициент, учитывающий вынужденные потери времени по болезни и другим уважительным причинам, $\kappa = 0,96 \dots 0,98$.

$$\Phi_{D.P.} = (365 - 104 - 14 - 24) \cdot 8 \cdot 0,97 - 7 \cdot 0,97 = 1724 \text{ ч.}$$

Действительный фонд рабочего времени оборудования:

$$\Phi_{D.O.} = [(d_K - d_B - d_{II}) \cdot T_{CM} - d_{III}] \cdot n \cdot \kappa_O, \quad (2.17)$$

где d_K – количество календарных дней в году;

d_{II} – количество праздничных дней в году;

n – количество смен;

κ_O – коэффициент, учитывающий простои оборудования при техническом обслуживании и ремонте, $\kappa_O = 0,92 \dots 0,96$.

$$\Phi_{D.O.} = [(365 - 104 - 14) \cdot 8 - 7] \cdot 1 \cdot 0,94 = 1851 \text{ ч.}$$

2.7.3 Расчет штата предприятия

Необходимое количество производственных рабочих определяется по формуле:

$$P = \frac{T_r}{\Phi_{D.P.}}, \quad (2.18)$$

где T_T – годовая трудоемкость работ, чел-ч;

$\Phi_{д.р.}$ – действительный годовой фонд времени рабочего, ч.

$$P = \frac{2118,1}{1724} = 1,23 \text{ , ч.}$$

Принимаем $P = 2$ человека.

Количество вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$P_{вс.} = (0,14...0,17) \cdot P, \quad (2.19)$$

где P – число производственных рабочих, ч;

$$P_{вс.} = 1 \text{ человек.}$$

Таблица 2.14 - Штаты предприятия.

Категория рабочих	Количество рабочих, чел.
Производственные	2
Вспомогательные	1
Инженерно-технические рабочие	1
Итого:	4

3 РАЗРАБОТКОЙ ПОДЪЁМНИКА ДЛЯ АГРЕГАТОВ ХОДОВОЙ ЧАСТИ И ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЕЙ

3.1 Обоснование конструкции

На грузовых автомобилях довольно часто приходится менять выжимные подшипники, разбирать и ремонтировать коробку переменных передач. Для этого необходимо её снять. На это затрачивается довольно много времени и сил. Также, в связи с тем, что в сельской местности дороги в основном с грунтовым покрытием, либо с асфальтовым, но плохого качества, часто выходит из строя ходовая часть и трансмиссия автомобиля. Так как ремонт ходовой части и трансмиссии – это достаточно трудоёмкая работа, то это приводит к простоем техники. Таким образом, ремонт увеличивает затраты на содержание автомобиля.

Для уменьшения трудоёмкости работ и затрат на содержание автомобилей предлагается подъёмник для ремонта ходовой части и трансмиссии автомобилей.

3.2 Описание конструкции

Изобретение относится к подъёмно-транспортному машиностроению, в частности к подъёмникам для обслуживания автомобилей.

Существует подъёмник преимущественно для обслуживания автомобилей на смотровых канавах, содержащий тележку с осями, опорные ролики, смонтированные на этих осях, установленный на тележке силовой привод. Недостатком такого устройства является фиксация в одном положении и соответственно невозможность регулирования высоты подъёма и опускания.

				ВКР.23.03.03.4 17.20.00.00.00				
Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
автор	Зиннатиллин	<i>[подпись]</i>	02.20	Подъёмник для агрегатов		Лит.	Лист	Листов
рецензент	Синицкий	<i>[подпись]</i>	02.20					1
эксперт	Синицкий	<i>[подпись]</i>	02.20			КГАУ		
исполнитель	Хафизов	<i>[подпись]</i>	02.20	Каф: ТА и ЭУ				
Копировал				Формат А4				

Целью данного изобретения является расширение функциональных возможностей подъёмника. С целью расширения функциональных возможностей, оси выполнены в виде установленных по бокам тележки с возможностью вращения в продольных плоскостях кривошипов, на свободных концах которых смонтированы ролики, при этом кривошипы кинематически связаны с силовым приводом с возможностью вращения передних и задних кривошипов в противоположные стороны.

Подъёмник содержит тележку 1, кривошипы 2, редуктор 3. Кривошипы 2 установлены во втулках тележки 1 и включены в силовую цепь с помощью редуктора 3, имеющего двухсторонний ручной привод посредством рукояток 4 с трещотками. На кривошипах 2 установлены ролики 5, опирающиеся на направляющие, смонтированные на боковых стенках смотровой канавы. На тележке 1 установлена платформа 7, имеющая эксцентриковый тормоз 8, гнезда 9 для сменных захватывающих устройств и ролики 10, с помощью которых она перекачивается поперёк канавы в направляющих 11 тележки 1 между упорами 12. Угол поворота кривошипов 2 ограничивают упоры 13.

В редукторе 3 крутящий момент передаётся от червяка 14 колесу 15, закреплённому на одном валу с червяком 16, который одновременно вращает два одинаковых червячных колеса 17. Червячные колёса 17 жёстко установлены на валах 18, связанных с кривошипами 2.

Для производства подъёмных работ подъёмник перекачивают вдоль канавы, устанавливая в необходимом месте, вставляют соответствующее сменное захватное устройство для агрегата в ближайшее гнездо 9 платформы, а затем, действуя рукояткой 4 привода редуктора 3 и перемещая платформу 7 поперёк смотровой канавы, подводят захватное устройство под соответствующий агрегат автомобиля, затормаживают платформу 7 эксцентриковым тормозом 8 и производят подъёмные работы.

После отсоединения агрегата его опускают на требуемый уровень в пределах хода подъёмника и выкатывают вместе с последним из-под автомобиля в

удобное место. Установка агрегатов на автомобиль производится в обратной последовательности

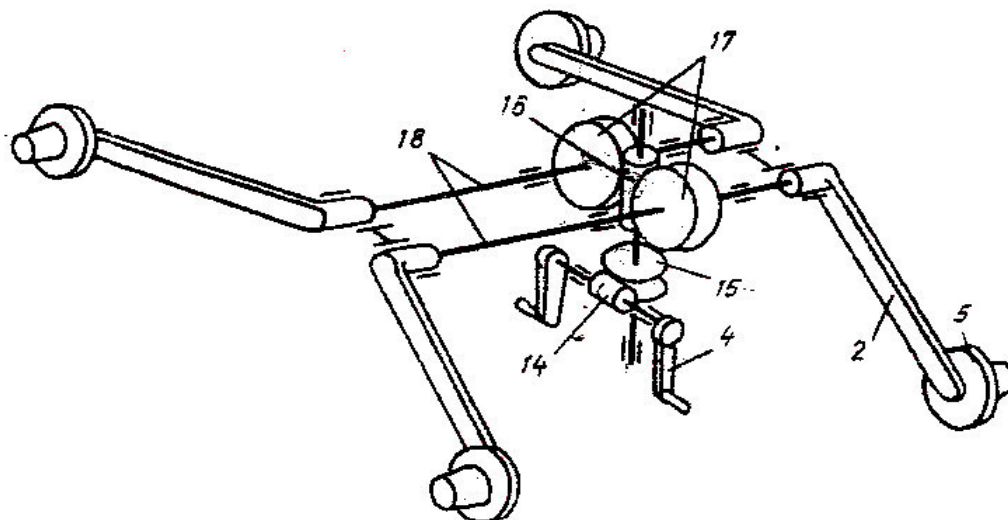


Рисунок 3.1. Силовой привод.

3.3 Расчет червячного редуктора

3.3.1 Расчет первой ступени червячного редуктора

Для червяка принимаем материал – сталь 40Х. Для венца червячного колеса принимаем бронзу БрАЖ-9-4 с пределом прочности 400 МПа и с пределом текучести 200 МПа. Угол профиля $\alpha = 20^\circ$, [8]

Определим межосевое расстояние.

Межосевое расстояние определим из условия сопротивления контактной усталости рабочих поверхностей зубьев червячного колеса.

$$a_w = \left(\frac{z_2}{q} + 1 \right) \cdot \sqrt[3]{\left[\frac{5400}{(z_2 / q) \cdot [\sigma_H]} \right]^2 \cdot M_2 \cdot K_F}, \quad (3.1)$$

где z_2 – число зубьев червячного колеса, шт.;

q – коэффициент диаметра червяка;

M_2 – крутящий момент на червячном колесе, $H \cdot m$;

K_F – коэффициент нагрузки;

$[\sigma_H]$ – предел контактной выносливости, МПа, [8]

5400 – коэффициент вычисленный при условии: $E_1 = 2,15 \cdot 10^5$ МПа (для стали), $E_2 = 0,9 \cdot 10^5$ МПа (для бронзы), $\alpha = 20^\circ$.

Найдём число зубьев на червячном колесе (z_2) и на червяке (z_1). Так как данная передача работает не очень часто, то примем для предварительных расчетов $z_2=30$ (число зубьев червячного колеса). Тогда z_1 определим по формуле:

$$z_1 = \frac{z_2}{u}, \quad (3.2)$$

где z_2 – число зубьев червячного колеса, шт.;

u – передаточное число червячной передачи;

Для предварительных расчётов примем $u=16$, тогда

$$z_1 = \frac{30}{16} = 1,875.$$

Принимаем $z_1 = 2$, [6]. По выбранному z_1 уточняем число зубьев колеса

$$z_2 = u \cdot z_1, \quad (3.3)$$

$$z_2 = 2 \cdot 16 = 32,$$

По [9] принимаем $z_2=32$.

По принятым z_1 и z_2 уточняем фактическое значение передаточного числа u_ϕ , которое не должно отличаться от номинального (таблица 5.1 по [10]) более чем на 4%.

$$u_\phi = \frac{z_2}{z_1}, \quad (3.4)$$

$$u_\phi = \frac{32}{2} = 16,$$

которое соответствует номинальному по ГОСТ 2144 – 84.

Для обеспечения необходимой жёсткости принимаем значение коэффициента диаметра червяка

$$q = 0,25 \cdot z_2, \quad (3.5)$$

$$q = 0,25 \cdot 32 = 8.$$

По [9] принимаем $q=8$.

Коэффициент нагрузки K_F при расчёте на контактную усталость червячных передач определяют по формуле

$$K_F = K_{H\beta} \cdot K_{HV}, \quad (3.6)$$

где $K_{H\beta}$ - коэффициент концентрации нагрузки;

K_{HV} - коэффициент динамической нагрузки.

$$K_{H\beta} = 1, [5].$$

Для предварительных расчётов принимаем $w_1=25$ рад/с, $v_s=0,5$ м/с по [5].

При $v_s=0,5$ м/с и седьмой точности изготовления передачи, $K_{HV}=1$. Тогда

$$K_F = 1 \cdot 1 = 1$$

Определим крутящий момент на червячном колесе

$$M_2 = M_1 \cdot u \cdot \eta, \quad (3.7)$$

где M_1 – крутящий момент на червяке, $H \cdot м$;

u – передаточное число;

η - КПД червячного редуктора.

Для дальнейших расчётов ориентировочно определим КПД червячного редуктора

$$\eta = 1 - (\varphi_3 + \varphi_{II} + \varphi_V + \varphi_M + \varphi_B), \quad (3.8)$$

где φ_3 - потери в зацеплении;

φ_{II} - потери в подшипниках;

φ_V - потери в уплотнениях;

φ_M - потери на перемешивание и разбрызгивание масла;

φ_B - потери на привод вентилятора.

Значение этих коэффициентов определим по справочным данным.

$$\varphi_3=0,075; \varphi_{II}=0,035; \varphi_V=0,07; \varphi_M=0,04; \varphi_B=0,01.$$

Тогда

$$\eta = 1 - (0,075 + 0,035 + 0,07 + 0,04 + 0,01) = 0,77 = 77\%.$$

Определим крутящий момент на червяке

$$M_1 = \frac{P_1}{W_1}, \quad (3.9)$$

где P_1 – мощность, передаваемая червяком, Вт;

W_1 – угловая скорость на червяке, c^{-1} ;

Определим по таблице [9] мощность передаваемую червяком $P_1=320$ Вт. Тогда

$$M_1 = \frac{320}{25} = 12,8 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Крутящий момент на червячном колесе будет равен

$$M_2 = 12,8 \cdot 16 \cdot 0,77 = 157,69 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Тогда межосевое расстояние будет равно

$$a_w = \left(\frac{32}{8} + 1\right) \cdot \sqrt[3]{\left[\frac{5400}{(32/8) \cdot 200}\right]^2 \cdot 157,69 \cdot 1} = 96,4 \text{ мм}.$$

Полученное значение межосевого расстояния округляем до стандартного по ГОСТ 2144-84. Принимаем $a_w=100$ мм.

Определим угол подъёма резьбы червяка.

Так как был принят двухзаходный червяк с коэффициентом диаметра червяка $q=8$, то угол подъёма резьбы червяка принимаем [5]. $\gamma = 14,02^\circ$.

Определим мощность на червячном колесе.

$$P_2 = P_1 \cdot \eta, \quad (3.10)$$

где P_1 – мощность, передаваемая червяком, Вт;

η - КПД червячного редуктора.

$$P_2 = 320 \cdot 0,77 = 246,4 \text{ Вт}.$$

Определим осевой модуль зацепления.

$$m = \frac{2 \cdot a_w}{(z_2 + q)}; \quad (3.11)$$

где a_w - межосевое расстояние, мм.;

z_2 – число зубьев червячного колеса;

q – коэффициент диаметра червяка.

$$m = \frac{2 \cdot 100}{(32 + 8)} = 5 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартный модуль зацепления $m=5$ мм.

Уточним межосевое расстояние.

По значению модуля зацепления m и числа витков червяка z_1 окончательно выбираем соответствующее значение коэффициента диаметра червяка $q=8$ и уточняем межосевое расстояние.

$$a_w = 0,5 \cdot m \cdot (z_2 + q), \quad (3.12)$$

где m – осевой модуль зацепления, мм;

z_2 – число зубьев червячного колеса;

q – коэффициент диаметра червяка.

$$a_w = 0,5 \cdot 5 \cdot (32 + 8) = 100 \text{ мм.}$$

Определим коэффициент смещения.

Для вписывания в стандартное межосевое расстояние (a_w) при выбранных m , z_2 и q червячные передачи выполняют со смещением. Определим его.

$$x = (a_w / m) - 0,5 \cdot (q + z_2), \quad (3.13)$$

$$x = (100/5) - 0,5 \cdot (8 + 32) = 0.$$

Из условия неподрезания и незаострения зубьев колеса значение должно быть в пределах $1 \geq x \geq -1$. Значение $x=0$ укладывается в данные пределы.

Определим основные геометрические параметры передачи (рисунок 3.2).

- Делительный диаметр червяка

$$d_1 = q \cdot m, \quad (3.14)$$

$$d_1 = 8 \cdot 5 = 40 \text{ мм.}$$

- Делительный диаметр червячного колеса

$$d_2 = z_2 \cdot m, \quad (3.15)$$

$$d_2 = 32 \cdot 5 = 160 \text{ мм.}$$

- Начальный диаметр червяка

$$d_{w1} = (q + 2 \cdot x) \cdot m, \quad (3.16)$$

$$d_{w1} = (8 + 2 \cdot 0) \cdot 5 = 40 \text{ мм.}$$

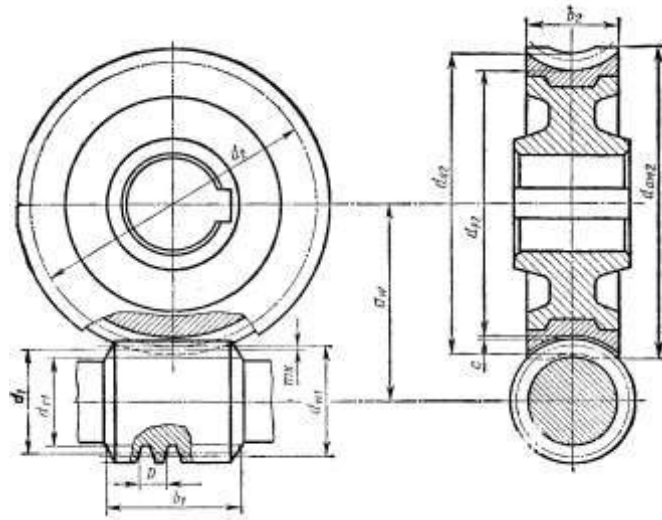


Рисунок 3.2. Основные параметры червячной передачи.

Определим окружную скорость скольжения на начальном цилиндре червяка.

$$V_1 = \frac{d_{w1} \cdot \omega_1}{2 \cdot 10^3}, \quad (3.17)$$

$$V_1 = \frac{40 \cdot 25}{2 \cdot 10^3} = 0,5 \text{ м/с.}$$

Определим скорость скольжения в передаче

$$V_s = \frac{V_1}{\cos \gamma_w}, \quad (3.18)$$

$$V_s = \frac{0,5}{0,97} = 0,51 \text{ м/с.}$$

Определим КПД передачи.

$$\eta = \eta_{з.п.} \cdot \eta_{в.п.}, \quad (3.19)$$

где $\eta_{з.п.}$ - коэффициент, учитывающий потери зубчатой передачи;

$\eta_{в.п.}$ - коэффициент, учитывающий потери винтовой пары.

Принимаем $\eta_{з.п.} = 0,97$ [9].

$$\eta_{в.п.} = \frac{\tan \gamma}{\tan(\gamma + \phi')} \quad (3.20)$$

где γ - угол подъёма линии витка;

φ' - приведённый угол трения; принимается в зависимости от скорости скольжения V_s .

$$\eta_{B.II.} = \operatorname{tg} 14,02^\circ / \operatorname{tg} (14,02^\circ + 3,5^\circ) = 0,87,$$

Общий КПД передачи будет равен

$$\eta = 0,97 \cdot 0,87 = 0,85 = 85\%.$$

Так как ранее принятое КПД отличается от расчётного, то уточним крутящий момент на червяке

$$M_1 = M_2 / (u \cdot \eta), \quad (3.21)$$

$$M_1 = 157,69 / (16 \cdot 0,85) = 11,59 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Определим силы действующие в зацеплении (рисунок 3.3).

$$\begin{aligned} F_2 = F_{x1} &= (2 \cdot M_2) / d_2; \\ F_{r2} = F_{r1} &= F_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha; \\ F_{x2} = F_1 &= (2 \cdot M_1) / d_{w1}. \end{aligned} \quad (3.22)$$

где F_1, F_2 – окружная сила соответственно на червяке и на червячном колесе;

F_{r1}, F_{r2} – радиальная сила соответственно на червяке и на червячном колесе;

F_{x1}, F_{x2} – осевая сила соответственно на червяке и на червячном колесе;

α - угол профиля.

M_1, M_2 – крутящий момент соответственно на червяке и на червячном колесе.

d_2 – делительный диаметр червячного колеса.

d_{w1} – начальный диаметр червяка.

$$F_2 = F_{x1} = (2 \cdot 157,69) / 0,16 = 1971,12 \text{ Н}$$

$$F_{r2} = F_{r1} = 1971,12 \cdot 0,3639 = 717,29 \text{ Н}$$

$$F_{x2} = F_1 = (2 \cdot 11,59) / 0,04 = 579,5 \text{ Н}$$

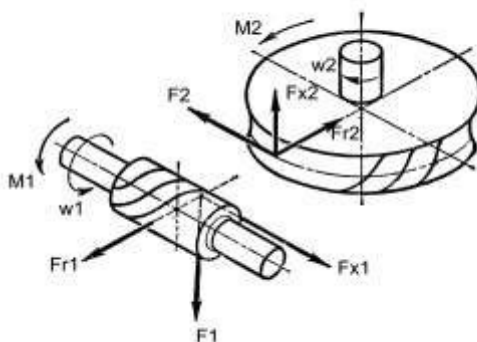


Рисунок 3.3- Силы, действующие в червячном зацеплении.

Проверим зубья червячного колеса на изгибную выносливость.

$$\sigma_F = Y_F \cdot F_r \cdot K_F / (1,3 \cdot m^2 \cdot q) \leq [\sigma_F], \quad (3.23)$$

где Y_F – коэффициент формы зуба, выбираемый по приведённому числу зубьев:

$$Z_V = Z_2 / \cos^3 \gamma, \quad (3.24)$$

где Z_2 – число зубьев червячного колеса,

γ – угол подъёма линии витка.

$$Z_V = 32 / \cos^3 14,02^\circ = 35.$$

По $Z_V=35$ выбираем из ряда $Y_F=1,64$.

K_F – коэффициент нагрузки ($K_F = 1$);

F_r – радиальная сила;

m – осевой модуль зацепления;

q – коэффициент диаметра червяка;

$[\sigma_F]$ – допускаемое напряжение изгиба. Так как передача реверсивная, то

$$[\sigma_F] = \sigma_{-1F0} \cdot K_{FL}, \quad (3.25)$$

где σ_{-1F0} – значение допускаемого напряжения для зубьев червячного колеса в зависимости от скорости скольжения, [5], МПа.

Принимаем $\sigma_{-1F0}=83$ МПа.

K_{FL} – коэффициент долговечности.

$$K_{FL} = \sqrt[3]{10^6 / N_{\Sigma}}, \quad (3.26)$$

где N_{Σ} - расчётное число циклов перемены напряжения.

$$N_{\Sigma} = 600 \cdot w_2 \cdot t, \quad (3.27)$$

где w_2 –угловая скорость червячного колеса, с^{-1} ;

t – количество часов работы передачи за расчётный срок службы, ч.

$$w_2 = \frac{w_1}{u}, \quad (3.28)$$

где w_1 –угловая скорость червяка, с^{-1} ;

u – передаточное число.

$$w_2 = \frac{25}{16} = 1,56 \text{ с}^{-1}.$$

Количество часов работы передачи за расчётный срок службы принимаем по [9] . $t=20000$ ч. Тогда расчётное число циклов перемены напряжения будет равно

$$N_{\Sigma} = 600 \cdot 1,56 \cdot 20000 = 18,72 \cdot 10^6.$$

Определим коэффициент долговечности

$$K_{FL} = \sqrt[3]{10^6 / 18,72 \cdot 10^6} = 0,722.$$

Значение K_{FL} должно удовлетворять выражению $0,54 \leq K_{FL} \leq 1$. Значение $K_{FL}=0,722$ удовлетворяет этому выражению.

Определим допускаемое напряжение изгиба $[\sigma_F]$.

$$[\sigma_F] = 83 \cdot 0,722 = 59,9 \text{ МПа}.$$

Тогда

$$\sigma_F = 1,64 \cdot 717,29 \cdot 1 / (1,3 \cdot 5^2 \cdot 8) = 4,52 \text{ Па}.$$

Так как $\sigma_F \leq [\sigma_F]$, то передача способна проработать 20000 ч.

Определим допускаемые контактные напряжения для зубьев колёс.

Допускаемые контактные напряжения для зубьев колёс выбирают из условия сопротивления материала на усталость

$$\sigma_H = \sigma_{H0} \cdot K_{HL} \leq [\sigma_H], \quad (3.29)$$

где σ_{H0} - предел контактной выносливости поверхностей зубьев;

K_{HL} - коэффициент долговечности.

Принимаем $\sigma_{H0}=230$ МПа, $[\sigma_H]=200$ МПа, [5].

Тогда

$$\sigma_H = 230 \cdot 0,722 = 166,08 \text{ МПа.}$$

Так как $\sigma_H \leq [\sigma_H]$, то по пределу контактной выносливости передача проходит.

Определим усилие на рукоятке.

$$F = \frac{M_1}{L}, \quad (3.30)$$

где M_1 – крутящий момент на червяке, $H \cdot м$;

L – плечо силы F , м.

$$F = \frac{11,59}{0,095} = 122 \text{ Н.}$$

Таблица 3.1.

Основные параметры зацепления первой ступени спроектированного червячного редуктора.

Наименование параметра и единица	Обозначение параметра и его числовое значение
1	2
1. Номинальный момент на ведомом валу, $H \cdot м$	$M_2 = 157,69$
2. Угловая скорость вала, рад/с: -ведущего -ведомого	$w_1 = 25$ $w_2 = 1,56$
3. Передаточное число	$u = 16$
4. Тип червяка	Архимедов

Продолжение таблицы 3.1.

1	2
5. Число витков червяка, шт.	$z_1 = 2$
6. Число зубьев колеса, шт.	$z_2 = 32$
7. Осевой модуль, мм.	$m = 5$
8. Делительный диаметр, мм.:	
-червяка	$d_1 = 40$
-колеса	$d_2 = 160$
9. КПД передачи	$\eta = 0,85$
10. Степень точности	седьмая
11. Силы в зацеплении, Н :	
-окружная	$F_1 = 579,5 ;$
-радиальная	$F_2 = 1971,12$
-осевая	$F_{r1} = F_{r2} = 717,29$
	$F_{x1} = 1971,12 ;$
	$F_{x2} = 579,5$
12. Усилие на рукоятке, Н.	F=122

Расчёт второй ступени червячного редуктора ведём аналогично. Результаты расчётов сводим в таблицу 3.2.

Таблица 3.2.

Основные параметры зацепления второй ступени спроектированного червячного редуктора.

Наименование параметра и единица	Обозначение параметра и его числовое значение
1	2
1. Номинальный момент на ведомом валу, $H \cdot m$	$M_4 = 1340,36$
2. Угловая скорость вала, рад/с: -ведущего -ведомого	$w_3 = 1,56$ $w_4 = 0,156$
3. Передаточное число	$u = 10$
4. Тип червяка	Архимедов
5. Число витков червяка	$z_3 = 4$
6. Число зубьев колеса	$z_4 = 40$
7. Осевой модуль, мм.	$m = 8$
8. Делительный диаметр, мм.: -червяка -колеса	$d_3 = 80$ $d_4 = 320$
9. КПД передачи	$\eta = 0,85$
10. Степень точности	седьмая
11. Силы в зацеплении, Н: -окружная -радиальная -осевая	$F_3 = 3942,25;$ $F_4 = F_5 = 8377,25$ $F_{r3} = F_{r4} = F_{r5} = 1524,24$ $F_{x3} = 8377,25 ;$

	$F_{x4} = F_{x5} = 3942,25$
--	-----------------------------

3.4 Расчёт ходовой части

Составим уравнение моментов (рисунок 3.4.)

$$F_{r3} \cdot l_1 = F_{\max} \cdot l_2, \quad (3.31)$$

где F_{r3} - радиальная сила на червяке, Н;

$F_{\max}$ - максимальная нагрузка на колесо, Н;

l_1 - расстояние от оси червяка до оси кривошипа, м;

l_2 - расстояние от оси кривошипа до оси колеса, м.

Из уравнения моментов

$$F_{\max} = \frac{F_{r3} \cdot l_1}{l_2}; \quad (3.32)$$

$$F_{\max} = \frac{1524,24 \cdot 0,704}{0,4} = 2682,66 \text{ Н.}$$

По максимальной нагрузке на колесо подбираем колёса по ГОСТ 10791-89 “Колёса цельнокатанные. Конструкция и размеры” по [9]

$D=100 \text{ мм.}; D_1=80 \text{ мм.}; D_2=60 \text{ мм.}; D_3=30 \text{ мм.}$

$B=50 \text{ мм.}; B_1=45 \text{ мм.}$

$[F_K] = 3000 \text{ Н.}$

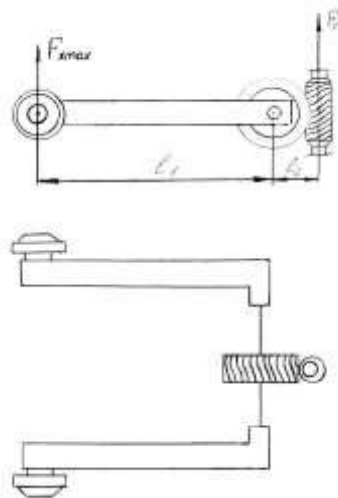


Рисунок 3.4-. Ходовая часть.

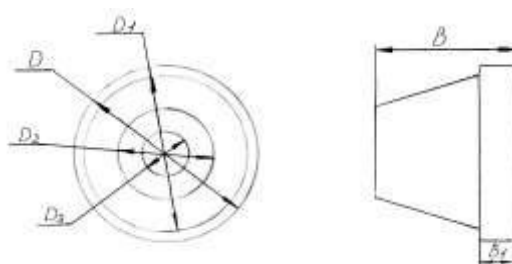


Рисунок 3.5. Схема колеса.

3.5 Прочностной расчёт

3.5.1 Расчёт кривошипов на изгиб в опасном сечении

Определим опорные реакции.

Для расчётов примем, что подъёмник при опускании (подъёме) в самом напряжённом месте будем условно считать как опорную балку.

Поместим начало координат в левый конец балки в точку А (рисунок 3.6) и определим реакцию R_B :

$$\sum M_A = 0; \quad R_B \cdot l - F \cdot \frac{l}{2} = 0;$$

где R_B – опорная реакция в точке В, Н;

F – сила, действующая от опускаемого (поднимаемого) груза, Н;

l – длина балки, м.

$$R_B = \frac{F}{2}; \quad (3.33)$$

Определим силу F

$$F = m \cdot g; \quad (3.34)$$

где m – масса груза, кг.;

g – ускорение свободного падения, м/с^2 .

$$F = 800 \cdot 10 = 8000 \text{ Н.}$$

$$R_B = \frac{8000}{2} = 4000 \text{ Н} = 4 \text{ кН.}$$

Поместим начало координат в правый конец балки в точку В (рисунок 3.6) и определим реакцию R_A :

$$\sum M_B = 0; \quad F \cdot \frac{l}{2} - R_A \cdot l = 0;$$

$$R_A = \frac{F}{2}; \quad (3.35)$$

$$R_A = \frac{8000}{2} = 4000 \text{ Н} = 4 \text{ кН}.$$

Сделаем проверку, спроецировав реакции R_A , R_B и силу F на ось ОУ.

$$\sum y = 0; \quad R_A - F + R_B = 0; \quad (3.36)$$

$4 - 8 + 4 = 0$. Значит реакции определены верно.

Определим внутренние усилия и построим эпюру внутренних усилий.

Методом сечений определим внутренние усилия.

Сечение I-I (рисунок 3.6.)

$$0 \leq Z_1 \leq \frac{l}{2}$$

При $Z_1=0$ $Q_1=R_A=4$ кН;

При $Z_1=l/2$ $Q_1= R_A-F=4-8=-4$ кН=4 кН, так как эпюру внутренних усилий строим по положительным значениям, то Q берём по модулю.

Сечение II-II (рисунок 3.6.)

$$0 \leq Z_2 \leq \frac{l}{2}$$

При $Z_2=0$ $Q_2=R_B=4$ кН;

При $Z_2=l/2$ $Q_2= R_B-F=4-8=-4$ кН=4 кН.

Построим эпюру внутренних усилий (рисунок 3.6).

Определим изгибающие моменты и построим эпюру изгибающих моментов.

Методом сечений определим изгибающий момент.

Сечение I-I (рисунок 3.6.)

$$0 \leq Z_1 \leq \frac{l}{2}$$

При $Z_1=0$ $M_1=0$

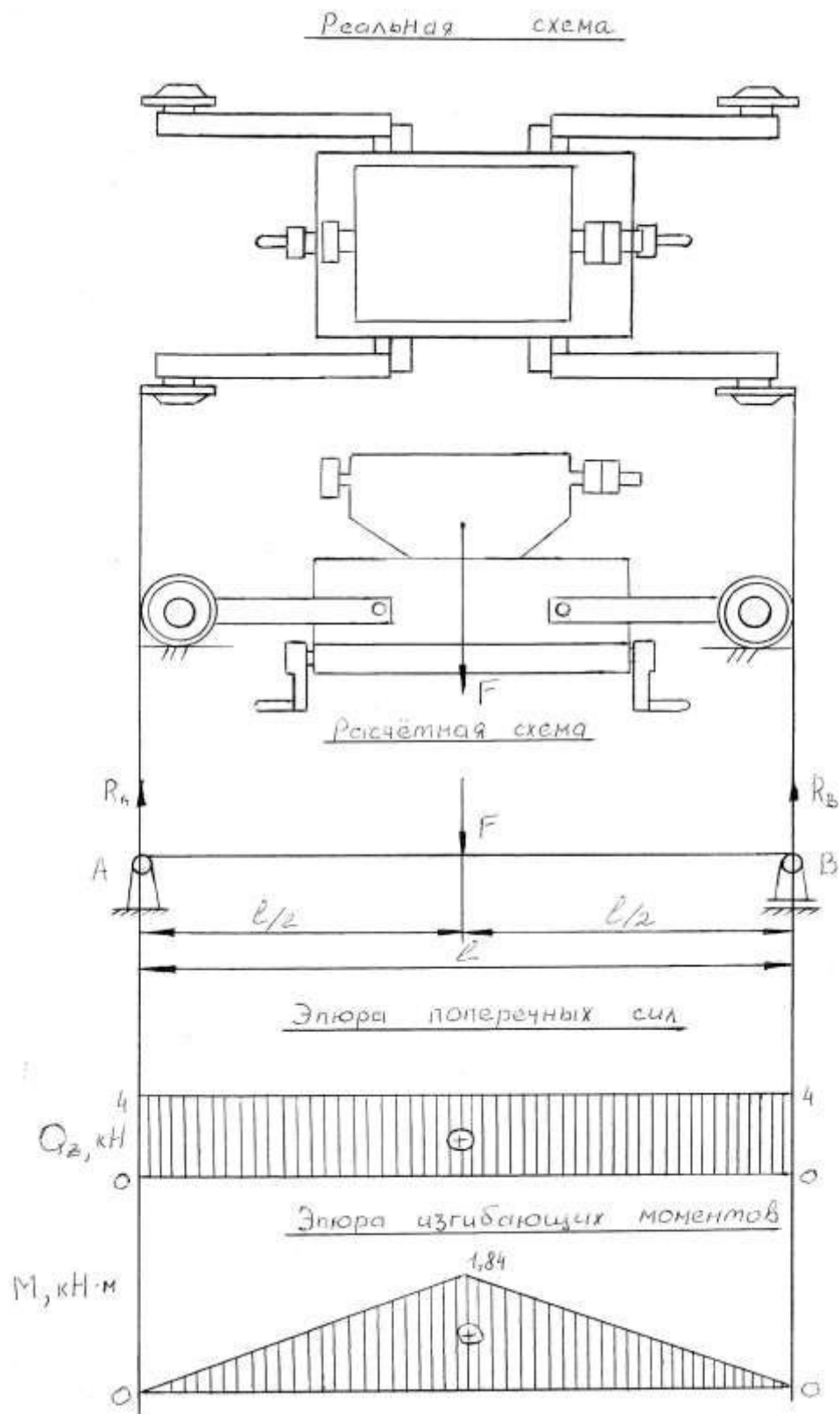


Рисунок 3.6. Реальная и расчётная схема, эпюры внутренних усилий и

изгибающих моментов при расчёте кривошипа на изгиб.

При $Z_1=l/2$ $M_1 = R_A \cdot \frac{l}{2} = 4 \cdot 0,92 = 3,68 \text{ кН} \cdot \text{м}$, так как подъёмник четырёх-опорный, то полученное значение изгибающего момента делим на 2, то есть $M_1=1,84 \text{ кН} \cdot \text{м}$

Сечение I I - I I (рисунок 3.6.)

$$0 \leq Z_2 \leq \frac{l}{2}$$

При $Z_2=0$ $M_2=0$

При $Z_2=l/2$ $M_2 = R_B \cdot \frac{l}{2} = 4 \cdot 0,92 = 3,68 \text{ кН} \cdot \text{м}$, так как подъёмник четырёхопорный, то полученное значение изгибающего момента делим на 2, то есть $M_1=1,84 \text{ кН} \cdot \text{м}$

Построим эпюру изгибающих моментов (рисунок 3.6).

Произведём расчёт на прочность.

Расчёт на прочность будем проводить по нормальным напряжениям.

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W^{\ominus}} \leq \sigma_{adm}; \quad (3.37)$$

где $M_{\max}$ - максимальный изгибающий момент, $\text{Н} \cdot \text{м}$

$W^{\ominus}$ - момент сопротивления относительно нейтральной оси для кольцевого сечения, см^3 ;

σ_{adm} - допускаемое напряжение изгиба, МПа.

$\sigma_{adm}=160 \text{ МПа}$ для стали 3 (таблица 11.5 по[13]).

Определим момент сопротивления относительно нейтральной оси для кольцевого сечения из формулы (4.48),предварительно приравняв левые и правые части.

$$W^{\ominus} = \frac{M_{\max}}{\sigma_{adm}}; \quad (3.38)$$

$$W^{\ominus} = \frac{1,84 \cdot 10^3}{160 \cdot 10^6} 0,115 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 = 11,5 \text{ см}^3.$$

По ГОСТу 8734-88 “Трубы стальные бесшовные” выбираем $W^{\ominus}=12 \text{ см}^3$.
Определим диаметр трубы, выразив его из формулы (4.50)

$$W^{\ominus} = 0,1 \cdot D^3 \cdot (1 - c^4); \quad (3.39)$$

где D – диаметр трубы, см

c – толщина стенки трубы, см.

По ГОСТу 8734-88 “Трубы стальные бесшовные” выбираем $c=0,8 \text{ см}$.

$$D = \sqrt[3]{\frac{W^{\ominus}}{0,1 \cdot (1 - c^4)}}; \quad (3.40)$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{12}{0,1 \cdot (1 - 0,8^4)}} = 5,9 \text{ см}.$$

По ГОСТу 8734-88 “Трубы стальные бесшовные” принимаем $D=7,5 \text{ см}$.

Тогда

$$\sigma_{\max} = \frac{1,84 \cdot 10^3}{12 \cdot 10^{-6}} = 153,33 \text{ МПа}.$$

Так как условие прочности по нормальным напряжениям выполняется ($\sigma_{\max} \leq \sigma_{adm}$), то для нормальной работы подъёмника для изготовления кривошипов необходима труба с $D=75 \text{ мм}$; $c=8 \text{ мм}$.

Расчёт оси колеса на срез будем проводить по касательным напряжениям.

$$\tau_{\max} = \frac{Q_{\text{кол.}}}{A} \leq \tau_{adm}; \quad (3.41)$$

где $Q_{\text{кол.}}$ - усилия ,действующие на ось колеса, Н;

A – площадь оси колеса, м^2 ;

τ_{adm} - допускаемое напряжение, действующее на срез, МПа.

$$\tau_{adm} = (0,6 \dots 0,8) \cdot \sigma_{adm} \quad (3.42)$$

где σ_{adm} - допускаемое напряжение изгиба, МПа.

$$\tau_{adm} = (0,6 \dots 0,8) \cdot 160 = 96 \dots 128 \text{ МПа},$$

Принимаем $\tau_{adm}=96 \text{ МПа}$. Площадь оси колеса определим по формуле

$$A = \frac{\pi \cdot d_{\text{кол.}}^2}{4}; \quad (3.43)$$

По подобранному опорному колесу (пункт 4.4.) необходимый диаметр оси колеса равен $d_{\text{кол.}}=50$ мм. Тогда площадь оси колеса будет равна

$$A = \frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} = 0,00196 \text{ м}^2. = 19,6 \text{ см}^2.$$

Условие прочности для среза

$$F_{\text{кол.}} = \tau_{\text{adm}} \cdot A; \quad (3.44)$$

где $F_{\text{кол.}} = Q_{\text{кол.}}$ – усилия, действующие на ось колеса, Н

$$F_{\text{кол.}} = 96 \cdot 10^6 \cdot 19,6 \cdot 10^{-4} = 188160 \text{ Н} = 188,16 \text{ кН}.$$

Так как нагрузка на данную ось от веса подъёмника вместе с грузом 2,68 кН, то выбранный диаметр оси удовлетворяет условию прочности.

Аналогично произведём расчёты для оси кривошипа. В результате получим

- диаметр оси кривошипа $d_{\text{кр.}}=60$ мм.;
- усилия, действующие на ось кривошипа $F_{\text{кр.}}=271,29$ кН.

Выбранный диаметр удовлетворяет условию прочности.

3.6 Мероприятия по охране труда

Конкретная деятельность администрации хозяйства в области охраны труда определена в законе о труде Российской Федерации. В нём определены основные требования к обеспечению безопасности и безвредности труда.

Обязанность администрации обеспечивать здоровые и безвредные условия труда, установленные законом, применительно к сельскохозяйственному производству, отражённые в Положении о работе по охране труда на предприятии.

Главные специалисты хозяйства обязаны контролировать состояние охраны труда на всех производственных участках и принимать меры к устранению имеющихся недостатков,[2, 11].

В мастерских хозяйства имеются комнаты отдыха и комплекты отчётности. Во время уборочных работ для механизаторов организуется полевой стан с местом для отдыха.

На уборке урожая противопожарная безопасность осуществляется следующим образом:

-Полевые станы располагаются не ближе 100 метров от хлебных массивов, токов, скирд соломы и сена, и опахиваются полосой не менее 4 метров.

-В целях предотвращения распространения по полю возможного пожара, хлебный массив перед уборкой раскашивают на участки не более пятидесяти гектар прокосами шириной не менее восьми метров и пропахивают полосы шириной четыре метра.

На предприятии разработана система пожарной защиты, предусматривающая применение средств пожаротушения, коллективных и индивидуальных средств защиты, эвакуацию людей.

Проводятся организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности: создана служба пожарной охраны; проводится обучение и подготовка кадров пожарной охраны. Главный корпус ремонтной мастерской по пожароопасности относится к категориям Г и Д, [11].

3.7 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения производительности труда.

С учётом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты механизаторы подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шофёры, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрики и др.). Поэтому работа одних связана с управлением транспорта, с большой психофизической нагрузкой, а других – со сложной координацией движения и работой в непростых условиях

(на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений. Занятия по физической культуре должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорт, борьбу, гимнастику, спортивные игры и другие виды спорта.

3.8 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции

Определяем часовую производительность на стационарных работах периодического действия по формуле:

$$W_{\text{ч}} = 60 \cdot t / T_{\text{ц}}, \quad (3.45)$$

где t – коэффициент использования рабочего времени смены, $t = 0,6 \dots 0,95$;

$T_{\text{ц}}$ – время одного рабочего цикла, мин.

Для базового варианта:

$$W_{\text{ч0}} = (60 \cdot 0,7) / 10 = 4,2 \text{ ед/ч.}$$

Для нового варианта:

$$W_{\text{ч1}} = (60 \cdot 0,7) / 5 = 8,4 \text{ ед/ч.}$$

Рассчитаем металлоемкость процесса по формуле:

$$M_{\text{е}} = G / (W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}), \quad (3.46)$$

где G – масса конструкции, кг;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка конструкции, ч;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы, лет.

Для базового варианта:

$$M_{\text{е0}} = 250 / (4,2 \cdot 540 \cdot 10) = 0,011 \text{ кг/ед.}$$

Для нового варианта:

$$M_{\text{е1}} = 239,2 / (8,4 \cdot 540 \cdot 15) = 0,0035 \text{ кг/ед.}$$

Фондоемкость процесса вычислим по формуле:

$$F_{\text{е}} = C_{\text{Б}} / (W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}), \quad (3.47)$$

где $C_{\text{Б}}$ – балансовая стоимость механизма, руб.

Для базового варианта:

$$F_{e0} = 13500 / (4,2 \cdot 540) = 5,95 \text{ руб./ед}$$

Для нового варианта:

$$F_{e1} = 11640,2 / (8,4 \cdot 540) = 2,57 \text{ руб./ед.}$$

Вычислим трудоемкость процесса:

$$T_e = N_{\text{обс}} / W_{\text{ч}} \quad (3.48)$$

где $N_{\text{обс}}$ – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{e0} = 1 / 4,2 = 0,24 \text{ чел.-ч/ед}$$

$$T_{e1} = 1 / 8,4 = 0,12 \text{ чел.-ч/ед.}$$

Себестоимость работы находим из выражения:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{рто}} + A + \Pi_p, \quad (3.49)$$

где $C_{\text{зп}}$ – затраты на оплату труда с единым социальным налогом, руб/ед;

$C_{\text{рто}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб/ед;

A – амортизационные отчисления, руб/ед;

Π_p – прочие затраты (5...10% от суммы предыдущих элементов).

Затраты на оплату труда находим по формуле:

$$C_{\text{зп}} = z \cdot T_e \cdot K_{\text{соц}}, \quad (3.50)$$

где z – часовая тарифная ставка рабочих, руб./ед.;

$K_{\text{соц}}$ – коэффициент, учитывающий единый социальный налог, $K_{\text{соц}} = 1,26$.

$$C_{\text{зп0}} = 30,2 \cdot 0,24 \cdot 1,26 = 9,13 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{зп1}} = 30,2 \cdot 0,12 \cdot 1,26 = 4,57 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание подъемника для агрегатов вычисляются по формуле:

$$C_{\text{рто}} = (C_{\text{Б}} \cdot N_{\text{рто}}) / (100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}), \quad (3.51)$$

где $N_{\text{рто}}$ – норма затрат на ремонт и техническое обслуживание, %.

$$C_{\text{рто0}} = (13500 \cdot 12) / (100 \cdot 4,2 \cdot 540) = 0,71 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{рто1}} = (11640,2 \cdot 8) / (100 \cdot 8,4 \cdot 540) = 0,21 \text{ руб./ед.}$$

Амортизационные отчисления находим по формуле:

$$A = (C_{\text{Б}} \cdot a) / (100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}), \quad (3.52)$$

где a – норма амортизации, %;

$$A_0 = (13500 \cdot 14,2) / (100 \cdot 4,2 \cdot 540) = 0,85 \text{ руб./ед.}$$

$$A_1 = (11640,2 \cdot 14,2) / (100 \cdot 8,4 \cdot 540) = 0,36 \text{ руб./ед.}$$

Подставим все вычисленные данные в формулу (6.22) и получим:
для базового варианта:

$$S_0 = (9,13 + 0,71 + 0,85) \cdot 1,05 = 11,22 \text{ руб./ед.}$$

для нового варианта:

$$S_1 = (4,57 + 0,21 + 0,36) \cdot 1,05 = 5,4 \text{ руб./ед.}$$

Уровень приведенных затрат на работу конструкции определяется по формуле:

$$C_{\text{пр}} = S + E_n \cdot F_e, \quad (3.53)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,
 $E_n = 0,25$.

$$C_{\text{пр}0} = 11,22 + 0,25 \cdot 5,95 = 12,71 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{пр}1} = 5,4 + 0,25 \cdot 2,57 = 6,04 \text{ руб./ед.}$$

Годовая экономия в рублях:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.54)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (11,22 - 5,4) \cdot 8,4 \cdot 540 = 4536 \text{ руб.}$$

Рассчитаем годовой экономический эффект по формуле:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_n \cdot C_{\text{Б1}}, \quad (3.55)$$

$$E_{\text{год}} = 4536 - 0,25 \cdot 11640,2 = 1625,95 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений:

$$T_{\text{ок}} = C_{\text{Б1}} / \mathcal{E}_{\text{год}}, \quad (3.56)$$

$$T_{\text{ок}} = 11640,2 / 4536 = 2,57 \text{ года.}$$

Вычислим коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений:

$$E_{\text{эф}} = 1 / T_{\text{ок}}, \quad (3.57)$$

$$E_{\text{эф}} = 1 / 2,57 = 0,39.$$

Все вышеприведенные числовые данные сведены в таблицу 3.3

Таблица 3.3 – Техничко-экономические показатели эффективности конструкции

Показатель	Числовое значение показателя		Новый к базовому, %
	Базовый вариант	Новый вариант	
Стоимость конструкции, руб.	13500	11640	86,2
Время одного рабочего цикла, мин.	10	5	50
Часовая производительность, ед/ч	4,2	8,4	200
Металлоемкость процесса, кг/ед.	0,011	0,0035	31,8
Фондоемкость процесса, руб/ед.	5,95	2,57	43,2
Трудоемкость процесса, (чел.-ч)/ед.	0,24	0,12	50
Затраты на оплату труда, руб/ед.	9,13	4,57	50
Затраты на ремонт и техническое обслуживание конструкции, руб/ед.	0,71	0,21	29,6
Амортизационные отчисления, руб/ед.	0,85	0,36	42,4
Себестоимость работы, руб/ед.	11,22	5,4	48,12
Уровень приведенных затрат на работу конструкции, руб/ед.	12,71	6,04	47,5
Годовая экономия, руб.	–	4536	–
Годовой экономический эффект, руб.	–	1625,95	–
Срок окупаемости, лет	–	2,57	–
Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений	–	0,39	–

ВЫВОДЫ

В ходе выполнения работы был произведен литературный анализ существующих технологий по улучшению технического обслуживания МТП и были изучены новые направления в этой области.

Разработанный проект Улучшения технического обслуживания МТП отвечает последним требованиям в технологии проведения технического обслуживания, что существенно позволит повысить производительность, уменьшить себестоимость, улучшить условия труда.

Спроектированный подъемник для агрегатов ходовой части и трансмиссии автомобилей имеет небольшие габаритные размеры, простое устройство, небольшую массу и высокие технико-экономические показатели по сравнению с существующими конструкциями, что делает его использование более выгодным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анурьев В.Н. Справочник конструктора машиностроителя: В 3-х т. 8-е изд. перераб и доп. - М.: Машиностроение, 2001.
2. Беляков Г.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве (охрана труда): Учебник для вузов. - СПб.: Издательство «Лань», 2006. - 512с.
3. Булгариев Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ. Г.Г.Булгариев, Р.К.Абдрахманов, А.Р.Валиев Казань – 2009. – 64 с.
4. Власов Н.С. Организация производства сельскохозяйственных предприятий. – М.: Колос, 1982.
5. Заяц В.Н. и др. Сопротивление материалов. / Заяц В.Н., Балыкин М.К., Голубев И.А. - Мн.: Выш. шк., 1998. - 367с.
6. Иофинов С.А., Бабенко Э. П., Зуев Ю. А. “Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка”. Под общ. Ред. Иофинова С. А. - Агропромиздат, 1985, 277с.
7. Иофинов С.А., Лышко Г.П. “Эксплуатация машинно-тракторного парка”. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1984, 352с.
8. Кочетов В.Т. и др. Сопротивление материалов./Кочетов В.Т., Павленко А.Д., Кочетов М.В. - Ростов н /Д: Феникс, 2001. - 368с.
9. Красников В.В., Дубинин В.Ф., и др. “Подъемно-транспортные машины” М.: Агропромиздат, 1987, 272 с.
10. Левицкий В.С. “Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей” М.: Высшая школа, 2002, 429 с.
11. Шкрабак В. С., Луковников А. В., Тургиев А. К. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве. – М.: КолосС, 2004. – с. 512: ил.
12. <http://allpatents.ru/patent>