

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки)

Автомобили и автомобильный сервис

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Разработка кантователя для разборки-сборки ДВС автомобилей КАМАЗ

Обучающийся

А.Л. Бачурин

(Инициалы. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Д.А. Бобровский

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

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А. Н. Москалюк

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

канд. экон. наук Л. Л. Чумаков

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

Тольятти 2024

Аннотация

В данной выпускной квалификационной работе необходимо выполнить проектирование стенда-кантователя для разборки и сборки двигателя КамАЗ-740.

В первой главе планируется произвести технологический расчет предприятия: рассчитать программу ремонта автомобилей КамАЗ, определить площади помещений и выбрать оборудование для моторного участка.

Во второй, конструкторской главе, предстоит проанализировать отечественный рынок стендов, построить циклограмму, спроектировать стенд-кантователь, разработать чертежи, составить техническое задание, техническое решение, выполнить необходимые расчеты для проектирования стенда, разработать руководство по эксплуатации.

В третьей части будут рассмотрены вопросы основных неисправностей ДВС, методы их устранения, разработана технологическая карта разборки двигателя КамАЗ-740.

В четвертой главе предполагается рассмотреть вопросы безопасности жизнедеятельности при эксплуатации стенда-кантователя.

В пятой главе планируется рассмотреть вопрос себестоимости разрабатываемого стенда, его трудоемкости, оценка экономической эффективности стенда-кантователя.

Выпускная квалификационная работа состоит из 62 страницы, и включает в себя 7 иллюстраций, 23 таблицы, 20 источников.

Содержание

Введение.....	5
1 Технологический расчет предприятия.....	7
1.1 Определение программы ремонта и производимых операций	7
1.2 Расчет программы ремонта автомобилей	9
1.3 Расчет площадей отделений, участков и складских помещений	16
1.4 Персонал и режим работы участка по ремонту двигателей	20
1.5 Технологическое оборудование участка по ремонту	21
2 Конструкторская часть	23
2.1 Анализ существующих стендов-кантователей	23
2.2 Построение циклограммы.....	27
2.3 Техническое задание.....	29
2.4 Техническое предложение	31
2.5 Прочностной расчет проектируемого кантователя	33
2.6 Руководство по эксплуатации стенда-кантователя для разборки-сборки ДВС автомобилей КАМАЗ.....	36
3 Технологический раздел.....	40
3.1 Разработка технологической карты.....	40
3.2 Неисправности и их устранение	40
4 Безопасность и экологичность стенда-кантователя для ремонта двигателя КамАЗ	42
4.1 Технологический паспорт безопасности объекта и его назначение	42
4.2 Конструктивно-технологическая характеристика стенда-кантователя для ремонта двигателя КамАЗ	43
4.3 Потенциальные риски для здоровья персонала при работе со стендом	44
4.4 Разработка мер пожаробезопасности на участке.....	46
4.5 Организационно-технические мероприятия по предотвращению чрезвычайных происшествий	49

4.6 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	49
4.7 Выводы по разделу.....	50
5 Экономическая эффективность проекта.....	51
5.1 Общие положения	51
5.2 Расчёт затрат на проектирование стенда-кантователя.....	51
5.3 Расчёт затрат по сборке стенда.....	54
Заключение	58
Список используемых источников.....	60

Введение

Кантователь представляет собой устройство, позволяющее поворачивать агрегаты, такие как двигатели или трансмиссии, вокруг своей оси, обеспечивая удобный доступ к их различным частям для ремонта, разборки и сборки. Разработка и внедрение кантователя для двигателей КАМАЗ имеет большое значение, так как позволяет значительно упростить процесс технического обслуживания, снизить трудоемкость и уменьшить риск повреждений компонентов двигателя.

Особенности двигателей внутреннего сгорания, используемых в автомобилях КАМАЗ, предполагают необходимость частого проведения технического обслуживания и ремонта. Данные автомобили эксплуатируются в тяжелых условиях, что приводит к быстрому износу узлов и агрегатов. Для повышения эффективности процессов обслуживания и ремонта необходимо внедрение современных технических средств, таких как кантователи, которые способствуют снижению затрат времени на выполнение работ и повышению безопасности при проведении сервисных операций.

Целью данной работы является разработка конструкции кантователя для разборки-сборки двигателей внутреннего сгорания автомобилей КАМАЗ, который обеспечит удобство и безопасность при выполнении ремонтных работ, снизит трудозатраты и риск повреждений деталей двигателя.

Для достижения поставленной цели в ходе работы предполагается решить следующие задачи:

- Провести анализ текущего состояния вопроса, связанного с применением кантователей для разборки и сборки двигателей внутреннего сгорания (ДВС) на предприятиях автомобильного транспорта.
- Разработать техническое задание на создание кантователя для разборки и сборки ДВС автомобилей КАМАЗ.

- Подготовить техническое предложение, включающее обоснование выбора конструкции и расчет основных параметров кантователя.
- Выполнить расчеты элементов конструкции, включая прочностные и эксплуатационные характеристики.
- Разработать руководство по эксплуатации кантователя.
- Разработать технологическую карту процесса разборки и сборки ДВС автомобилей КАМАЗ, включая последовательность операций, применяемое оборудование и инструменты.
- Описать конструктивно-технологические характеристики разработанного кантователя, включая основные узлы и элементы.
- Определить потенциальные риски, возникающие при производстве и эксплуатации устройства, включая опасности для оператора и возможность отказов оборудования.
- Рассчитать себестоимость изготовления проектируемого кантователя, включая материалы, комплектующие и трудозатраты.

1 Технологический расчет предприятия

1.1 Определение программы ремонта и производимых операций

Реконструкция предприятия ООО «ТД Машиностроительный Завод» г. Пермь основывается на существующей инфраструктуре и производственных мощностях компании, расположенной в городе Магнитогорск. Необходимость в реконструкции заключается в устаревшем технологическом оснащении моторного участка и, следовательно, в обновлении оборудования производственных помещений. В производственных помещениях выполняются работы по восстановлению ресурса грузовых автомобилей КамАЗ, проведения технического обслуживания и диагностических воздействий. Для упрощения расчета весь парк автомобилей принимается одной модели КамАЗ 65111. Предприятие успешно работает на российском рынке с 2010 года и зарекомендовало себя как надежный поставщик качественной продукции в области проектирования, литья металлов и механообработки. Основными принципами работы компании являются качество, точность и безопасность.

На сегодняшний день производственные мощности завода составляют 4500 м². Для поддержания высоких стандартов качества и производительности используется современное оборудование с числовым программным управлением (ЧПУ). В состав технологической базы предприятия входит литейный цех, оснащенный автоматическими формовочными линиями на базе технологий ГПС, ХТС и ЛГМ, что позволяет выпускать изделия массой от 1 до 500 кг. Литейное производство включает работу с различными марками стали, чугуна и других сплавов, в том числе легированную, нелегированную и высокопрочную сталь.

На территории предприятия функционирует проектно-конструкторский отдел и лаборатория контроля качества, что обеспечивает высокую точность

и соответствие стандартам на каждом этапе производства. Кроме того, с учетом актуальных потребностей импортозамещения, компания внедрила технологии 3D-сканирования и реверс-инжиниринга, что позволяет самостоятельно разрабатывать и производить необходимые комплектующие для различных отраслей машиностроения.

Учитывая потребности в модернизации и расширении производственных мощностей, проект реконструкции предприятия предполагает интеграцию дополнительных линий и улучшение технологического процесса для повышения уровня автоматизации и эффективности работы.

Для покрытия потребностей годовых перевозок рассматриваемого предприятия используется 242 автомобиля марки КамАЗ-65111. Не все рассчитанное количество автомобилей одновременно находится в работоспособном и исправном состоянии, в связи с чем на полученное число автомобилей умножаем КТГ, равное 0,9 и получаем 266 автомобиля.

Исходные данные для дальнейшего расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Информация по реконструируемому участку

Параметр	Значение
Тип предприятия	Грузовое АТП
Списочное число автомобилей, шт	$A = 266$
Габаритные размеры автомобиля, мм	$7435 \times 2500 \times 3350$
Пробег с начала эксплуатации, км	$L_{НЭ} = 100000$
Среднесуточный пробег, км	$L_{сс} = 135$
Нормативный пробег до ТО-1, км	$L_1^H = 4000$
Нормативный пробег до ТО-2, км	$L_2^H = 12000$
Нормативный пробег до КР, км	$L_3^H = 350000$
Годовой пробег автомобилей, км	$L_{г} = 12320721$

1.2 Расчет программы ремонта автомобилей

1.2.1 Расчет программы ремонта

Расчётный пробег между уборочно-моечными работами определяем по формуле 1 согласно пособию [2]:

$$L_M = L_{cc} \cdot D_M, \quad (1)$$

где D_M – прошедшее время между двумя соседними моечными работами,
 $D_M = 3$ дня.

$$L_M = 135 \cdot 3 = 405 \text{ км.}$$

Пробег до ТО определяем по формуле 2:

$$L_{1,2} = L_{1,2}^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2)$$

где K_1 – коэффициент коррекции пробегов до ТО, $K_1 = 0,8$ [2];

K_3 – коэффициент коррекции норм пробега, $K_3 = 1$ [2].

Отсюда

$$L_1 = 4000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 3200 \text{ км,}$$

$$L_2 = 12000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 9600 \text{ км.}$$

Пробег до КР определяем по формуле 3:

$$L_{KP} = L_{KP}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (3)$$

где L_{KP}^H – норма пробега автомобиля до КР, $L_{KP}^H = L_{ц} = 350000$ км;

K_2 – коэффициент модификации подвижного состава, $K_2 = 1,0$.

Пробег до КР равен

$$L_{\text{КР}} = 350000 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 280000 \text{ км.}$$

Программа ремонтов для автомобилей КамАЗ-65111 выглядит следующим образом [10]

$$N_{\text{КР}} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{\text{КР}}}, \quad (4)$$

$$N_2 = \frac{L_{\text{ц}}}{L_2} - N_{\text{КР}}, \quad (5)$$

$$N_1 = \frac{L_{\text{ц}}}{L_1} - (N_2 + N_{\text{кр}}), \quad (6)$$

$$N_{\text{м}} = N_{\text{ЕО}} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{\text{с}}}, \quad (7)$$

где $N_{\text{КР}}$, N_1 , N_2 , $N_{\text{м}}$, $N_{\text{ЕО}}$ – количество капитальных ремонтов, технических и ежедневных обслуживаний и уборочно-моечных работ;

Программа ремонтов для автомобилей КамАЗ-65111

$$N_{\text{кр}} = 1,$$

$$N_2 = \frac{280000}{9600} - 1 = 29,$$

$$N_1 = \frac{280000}{3200} - (29 + 1) = 57,5 = 58,$$

$$N_{\text{м}} = N_{\text{ЕО}} = \frac{280000}{135} = 2074,07 = 2075.$$

Коэффициент выполненных обслуживаний за год принимаем согласно пособию по проектированию технологических предприятий [14] равным $\eta_{\text{Г}} = 0,163$. КТГ (коэффициент технической готовности) равный $\alpha_{\text{Т}} = 0,9$.

Зная η_r можно вычислить программу ремонта для группы автомобилей, перемножив количество ремонтов, полученных по формуле 4 – 7 на этот коэффициент [5] и на списочное количество автомобилей, отсюда количество обслуживаний для одной единицы

$$\begin{aligned} N_{kr}^r &= 1 \cdot 0,163 = 0,163 = 1, \\ N_2^r &= 29 \cdot 0,163 = 4,72 = 5, \\ N_1^r &= 58 \cdot 0,163 = 9,45 = 10, \\ N_M^r &= N_{EO}^r = 2075 \cdot 0,163 = 338,225 = 339. \end{aligned}$$

Для группы автомобилей

$$\begin{aligned} \sum N_{kr} &= 1 \cdot 266 = 266, \\ \sum N_2 &= 5 \cdot 266 = 1330, \\ \sum N_1 &= 10 \cdot 266 = 2660, \\ \sum N_M &= \sum N_{EO} = 339 \cdot 266 = 90174. \end{aligned}$$

Программа диагностик D_1 на год [6]

$$N_{D1}^r = \sum N_1 + \sum N_2 + 0,1 \cdot \sum N_1. \quad (8)$$

Получаем

$$N_{D1}^r = 2660 + 1330 + 266 = 4256 \text{ диагностик.}$$

Программа диагностик D_2 на год равна

$$N_{\text{Д2}}^{\Gamma} = \sum N_2 + 0,2 \cdot \sum N_2, \quad (9)$$

Получаем

$$N_{\text{Д2}}^{\Gamma} = 1330 + 266 = 1596 \text{ диагностик.}$$

По итогам расчетов составляется таблица 2, в которой размещена производственная годовая программа ремонтов.

Таблица 2 – Годовая программа ремонтов

Вид работы, обслуживания или диагностики	Количество
Технический первого объема	2660
Технический второго объема	1330
Ежедневное обслуживание	90174
Уборно-моечные работы	90174
Диагностика первого объема	4256
Диагностика второго объема	1596

1.2.2 Расчет годовых объемов работ

Трудоемкости СО, М, ЕО, ТО-2 и ТО-2

$$t_{\text{CO}} = (t_2^{\text{H}} + t_{\text{CO}}^{\text{H}}) \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_{\text{M}}, \text{ чел.-ч,} \quad (10)$$

$$t_{\text{EO}} = t_{\text{EO}}^{\text{H}} \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_{\text{M}}, \text{ чел.-ч,} \quad (11)$$

$$t_{\text{M}} = 0,5 t_{\text{EO}}^{\text{H}} \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_{\text{M}}, \text{ чел.-ч,} \quad (12)$$

$$t_{\text{т1}} = t_1^{\text{H}} \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_{\text{M}}, \text{ чел.-ч,} \quad (13)$$

$$t_{\text{т2}} = t_2^{\text{H}} \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_{\text{M}}, \text{ чел.-ч.} \quad (14)$$

где t_{EO} , t_1 , t_2 , t_{CO} – исходные нормативы трудоёмкостей ЕО, ТО-1, ТО-2 и СО соответственно, согласно пособию [13].

K_2 – коэффициент корректирования нормативных трудоёмкостей в зависимости от модификации подвижного состава и организации его работы [1, табл. 14], для базового автомобиля принимаем $K_2=1,2$.

K_5 – коэффициент корректирования нормативов трудоёмкости ТО и ТР в зависимости от количества обслуживаемых и ремонтируемых автомобилей в АТП и количества совместных групп подвижного состава [13, табл. 37], для 266 автомобилей и 1-й группы принимаем $K_5 = 0,9$.

K_M – коэффициент учёта степени сокращения нормативной трудоёмкости, применение механизированных моечных установок позволяет снизить трудоёмкость ЕО в 2 раза.

$K_M = 0,9$ [13, стр. 11].

Итог по расчету трудоемкостей сведен в таблицу 3

Таблица 3 – Расчет трудоемкостей

Виды воздействий	Нормативная трудоёмкость, чел.- ч.	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_M	Полученная трудоёмкость, чел.-ч.
t_{EO}	0,495	-	-	-	0,9	1	1	0,4455
t_M	0,25	-	-	-	0,9	1	1	0,225
t_1	12	-	-	-	0,9	0,85	-	9,18
t_2	27,69	-	-	-	0,9	1	1	24,921
t_{CO}	5,62	-	-	-	0,9	1	1	5,058

Годовые объемы работы для видов воздействий описанных выше, чел.–ч:

$$T_{CO} = N_{CO}^F t_{CO}, \quad (15)$$

$$T_{EO} = N_{EO}^F t_{EO}, \quad (16)$$

$$T_M = N_M^F t_M, \quad (17)$$

$$T_1 = N_1^F t_1, \quad (18)$$

$$T_2 = N_2^T t_2, \quad (19)$$

$$T_{TP} = L_r \cdot t_{TP} / 1000, \quad (20)$$

Отсюда получаем

$$T_{CO} = 532 \cdot 5,06 = 2691,92 \text{ чел.-ч},$$

$$T_{EO} = 90174 \cdot 0,445 = 40127,43 \text{ чел.-ч},$$

$$T_M = 90174 \cdot 0,225 = 20289,15 \text{ чел.-ч},$$

$$T_1 = 2660 \cdot 9,18 = 24418,8 \text{ чел.-ч},$$

$$T_2 = 1330 \cdot 24,92 = 33143,6 \text{ чел.-ч}.$$

$$T_{TP} = 12320721 \cdot 4,8 / 1000 = 59139,46 \text{ чел.-ч}.$$

Сумма трудоемкостей будет равна

$$\begin{aligned} T_{TP} &= 2691,92 + 40127,43 + 20289,15 + 24418,8 + 33143,6 + 59139,46 = \\ &= 179810,36 \text{ чел.-ч}. \end{aligned}$$

На основании полученных расчетов строится таблица 4 с распределением трудоемкости ТО и ТР по видам ремонта, обслуживания и иных работ. Процентное соотношение выполняемых в том или ином отделении берется из таблицы 18 приложения 2 методического пособия [14].

Таблица 4 – Распределение трудоемкости работ ТО и ТР по подразделениям

Виды работ	ТО-1		ТО-2						СО						ТР						Чел.-ч
			Всего		На постах		В отдел.		Всего		На постах		В отдел.		Всего		На постах		В отдел.		
	%	Чел.-ч	%	Чел.-ч	%	Чел.-ч	%	Чел.-ч	%	Чел.-ч	%	Чел.-ч	%	Чел.-ч	%	Чел.-ч	%	Чел.-ч	%	Чел.-ч	
Диагностические	9	2197,7	7	2320,1	100	2320,1	-	-	5	134,6	100	134,6	-	-	2	1182,8	100	1182,8	-	-	9472,7
Крепежные	48	11721,0	46	15246,1	100	15246,1	-	-	28	753,5	100	753,5	-	-	-	-	-	-	100	-	43720,2
Регулировочные	9	2197,7	8	2651,5	100	2651,5	-	-	8	215,3	100	215,3	-	-	2	1182,8	100	1182,8	-	-	10296,9
Смазочные	21	5127,9	10	3314,4	100	3314,4	-	-	7	188,4	100	188,4	-	-	-	-	-	-	100	-	12133,5
Разборочно-сбороч.	-	-	-	-	-	-	-	-	4	107,6	100	107,6	-	-	25	14784,9	100	14784,9	-	-	29785
Электротехнические	5,5	1343,0	8	2651,5	80	2121,2	20	530,3	10	269,1	80	215,3	20	53,8	7	4139,8	-	-	100	4139,8	14879,7
По системе питания	3,5	854,7	3	994,3	80	795,4	20	198,9	5	134,6	80	107,6	20	26,9	3	1774,2	-	-	100	1774,2	6435
Шинные	4	976,8	2	662,9	80	530,3	20	132,6	4	107,6	80	86,1	20	21,5	3	1774,2	-	-	100	1774,2	5912,1
Кузовные	-	-	16	5303,0	80	4242,4	20	1060,6	20	538,2	80	430,6	20	107,6	7	4139,8	100	4139,8			18793,8
Агрегатные	-	-	-	-	-	-	-	-	2	53,8	50	26,9	50	26,9	11	6505,3	-	-	100	6505,3	13091,3
Ремонт двигателя	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	4139,8	-	-	100	4139,8	8279,6
Слесарно-механич.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	4731,2	-	-	100	4731,2	9462,4
Аккумуляторные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1182,8	-	-	100	1182,8	2365,6
Кузнечные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1774,2	-	-	100	1774,2	3548,4
Медницкие	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1182,8	-	-	100	1182,8	2365,6
Сварочные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1182,8	-	-	100	1182,8	2365,6
Жестяницкие	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1182,8	-	-	100	1182,8	2365,6
Арматурные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1774,2	-	-	100	1774,2	3548,4
Обойные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1774,2	-	-	100	1774,2	0
Малярные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	4731,2	100	4731,2	-	-	3548,4
ВСЕГО	100	24418,8	100	33143,6	94	31221,2	6	1922,3	100	2691,2	90	2266	10	236,8	100	59139,4	44	26021,4	44	33118,1	-

1.2.3 Расчет количества постов диагностики

Количество постов диагностики находится по выражению

$$X_{Di} = \frac{\tau_{Di}}{R_{Di} \cdot \eta_{и}}, \quad (21)$$

где $\eta_{и}$ – коэффициент использования рабочего времени, $\eta_{и} = 0,8$ [13].

Время обслуживания автомобиля на посту, мин

$$\tau_{Di} = \frac{t_{Di} \cdot 60}{P_{Di}} + t_{п}, \quad (22)$$

где t_{Di} – трудоемкость диагностирования одного автомобиля,

$$t_{D1} = 0,7 \text{ чел.} - \text{ч}, t_{D2} = 1,68 \text{ чел.} - \text{ч};$$

P_{Di} – число рабочих на посту, таблица 21 приложения 2 [13], $P_{Di} = 1$ чел.;

$t_{п}$ – время перемещения автомобиля, $t_{п} = 2,5$ мин.

Ритм производства, мин

$$R_{Di} = \frac{T_{pDi} \cdot 60}{N_{Di}^c}, \quad (23)$$

где T_{pDi} – время на работу диагностического воздействия, ч;

N_{Di}^c – суточная программа диагностики, находится путем деления
годовой программы на количество рабочих дней.

Определение ритма производства Д1 и Д2

$$R_{D1} = \frac{8 \cdot 60}{12} = 40 \text{ мин},$$

$$R_{D2} = \frac{8 \cdot 60}{5} = 96 \text{ мин.}$$

Время обслуживания автомобиля на посту Д1 и Д2

$$\tau_{Д1} = \frac{0,7 \cdot 60}{1} + 2,5 = 45 \text{ мин},$$

$$\tau_{Д2} = \frac{1,68 \cdot 60}{1} + 2,5 = 103 \text{ мин.}$$

Зная ритм производства и время обслуживания можно найти количество постов для каждого вида диагностики

$$X_{Ди} = \frac{45}{40 \cdot 0,8} = 2 \text{ поста},$$

$$X_{Ди} = \frac{103}{96 \cdot 0,8} = 2 \text{ поста.}$$

1.3 Расчет площадей отделений, участков и складских помещений

Площадь производственных цехов определяется по удельной площади, приходящейся на каждого рабочего в наиболее загруженную смену согласно пособию [14], м²:

$$F_u = f_1 + f_2 (P_T - 1), \quad (24)$$

где f_1 и f_2 – удельная площадь на первого и каждого последующего рабочего м², принимается по прил. 2, табл. 26 [14];

P_T – технологически необходимое число рабочих в наиболее загруженную смену.

Рабочий штат равен

$$P_{шт} = \frac{T_{тр}}{\Phi_{шт}}, \quad (25)$$

где $T_{\text{тр}}$ – трудоемкость выполняемых работ на участке, берется из ведомости распределения трудоемкости ТО и ТР по производственным подразделениям из источника и приведена в таблице 1.2 [15];

$\Phi_{\text{шт}}$ – годовое время, занятое работой, 1820 дней [14].

Явочная численность

$$P_{\text{тр}}^{\text{я}} = P_{\text{тр}}^{\text{шт}} \cdot \eta_{\text{шт}}, \quad (26)$$

где $\eta_{\text{шт}}$ – коэффициент отсутствия персонала по ряду причин, $\eta_{\text{шт}} = 0,9$.

В таблицу 5 согласно расчетам для каждого из участков приведены данные по участкам производственной необходимости.

Пример расчета площади малярно-кузовного участка и количества явочного персонала:

$$P_{\text{тр}}^{\text{шт}} = \frac{3548,4}{1820} = 1,95 \text{ человека} = 2 \text{ человека},$$

$$F_{\text{у}} = 10 + 8(2 - 1) = 18 \text{ м}^2.$$

Таблица 5 – Помещения под производственные нужды

Наименование отделений, участков	Трудоемкость участка, чел-ч	Численность персонала, чел.		Площадь, м ²
		явочная	штатная	
1	2	3	4	5
Малярно-кузовной участок	3548,4	1,80	2,00	18
Моторное отделение	13091,3	7,20	8,00	100
Отделение по выполнению электротехнических, аккумуляторных работ и ремонта топливной аппаратуры	14879,7	8,10	9,00	50
Шинное отделение	5912,1	3,60	4,00	30
Кузовное отделение	18793,8	9,90	11,00	180
Обойно-арматурное отделение	3548,4	1,80	2,00	15
Слесарно-механическое отделение	9462,4	5,40	6,00	62

Отсюда сумма помещений будет равна 454 м².

Складские помещения рассчитываются согласно выражению [14]

$$F_{СК} = A_{И} \cdot f_y \cdot K_{ПР} \cdot K_{ТС} \cdot K_{ПС} \cdot K_B \cdot K_{УЭ} \cdot K_P \cdot 10^{-1}, \quad (27)$$

где f_y – удельная площадь на 1 млн. км.;

$K_{ПР}$ – коэффициент корректирования, для пробега 135 км/сут

$K_{ПР} = 0,85$;

$K_{ТС}$ – коэффициент корректирования, для КамАЗ 65115 $K_{ТС} = 1,2$;

$K_{ПС}$ – коэффициент корректирования, для списочного количества автомобилей равного 266 единиц $K_{ПС} = 1,0$;

K_B – коэффициент складирования, принимается для высоты складирования 4,8 м $K_B = 1,0$;

$K_{УЭ}$ – коэффициент учета категорий условий эксплуатации. Для третьего типа принимается $K_{УЭ} = 1,1$;

K_P – коэффициент уменьшения площади, $K_P = 0,5$.

Пример расчета приведен для склада запасных частей

$$F_{СК} = 266 \cdot 3,5 \cdot 0,85 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 0,5 \cdot 10^{-1} = 52,22 = 53 \text{ м}^2,$$

Результаты расчётов сводим в таблицу 6.

Таблица 6 – Площадь складов

Наименование склада	Удельная площадь, м ²	Принятая площадь склада, м ²
Склад запасных частей	3,5	53
Склад агрегатов	5,5	83
Склад материалов	3,0	45
Склад шин	2,3	35
Склад лакокрасочных материалов	0,25	4
Инструментально-раздаточная кладовая	0,25	4
Промежуточный склад	1,8	27
Сумма		251

Отсюда сумма складских помещений будет равна 251 м².

Площадь бытовых помещений рассчитывается исходя из методического пособия Петина Ю. П. [14] и количества человек, работающих на производстве по данным предприятия до 300 человек.

В таблице 7 приведена рассчитанная площадь бытовых помещений.

Таблица 7 – Площадь бытовых помещений

Тип помещения	Итоговая площадь, м ²	Примечание
Кабинеты руководящего персонала	60	4 кабинета: директор, заместитель, главный инженер, начальник эксплуатации.
Кабинеты отделов	40	Около 10 сотрудников.
Помещения для водителей и контролеров	18	Минимальная площадь диспетчерской.
Дежурные помещения для водителей	9	Для дежурных водителей.
Кабинет безопасности движения	25	Для штата водителей от 100 до 1000 человек.
Гардеробные	75	-
Душевые	10	Для 5 душевых кабин.
Умывальные	6,4	Для 8 кранов.
Туалеты	24	Для 8 туалетных кабин.
Курительные комнаты	10	Минимальная оценочная площадь.
Медпункт	20	Для численности до 300 человек.
Помещения для собраний и отдыха	60	Для проведения занятий, собраний и отдыха.

Отсюда суммарная площадь помещения под бытовые нужды составляет 357,4 м².

1.4 Персонал и режим работы участка по ремонту двигателей

Для работы в моторном цехе по ремонту двигателей КамАЗ необходим штат из трех слесарей (таблица 2), каждый из которых будет иметь квалификацию не ниже 4-го разряда. Данный уровень квалификации

позволяет слесарям выполнять комплексные ремонтные работы, включая диагностику, разборку, ремонт, сборку и тестирование двигателей.

Рабочий процесс в моторном цехе организован в одну смену продолжительностью 8 часов, что позволяет обеспечивать полноценное выполнение задач без избыточной нагрузки на персонал и поддерживать необходимый уровень качества ремонта. График работы смены – с 9:00 до 18:00, с часовым перерывом на обед. При необходимости проведения срочных или внеплановых работ возможно введение дополнительной смены или продление времени работы по согласованию с руководством цеха [3].

Перед началом работы каждый сотрудник должен пройти вводный, первичный, повторный, целевой инструктажи, цели каждого описаны ниже.

Вводный инструктаж по охране труда и технике безопасности: проводится для всех новых сотрудников, а также для сотрудников, возвращающихся на работу после длительного перерыва. Инструктаж охватывает общие требования безопасности, правила внутреннего распорядка и основные принципы защиты труда [11].

Первичный инструктаж знакомит нового сотрудника с особенностями работы и условиями труда на указанном рабочем месте.

Повторный инструктаж предназначен для обновления знаний, актуализации инструкций и проверки навыков персонала в экстремальных ситуациях. Проводится не реже одного раза в полгода.

Целевой инструктаж проводится при выполнении особо опасных или нестандартных работ, внедрении нового оборудования, изменении технологического процесса или возникновении аварийных ситуаций.

1.5 Технологическое оборудование участка по ремонту

В условиях современных реалий при выборе оборудования ориентир направлен на отечественный рынок оборудования. Исходя из условия

автомобилей КамАЗ-65111, находящихся в эксплуатации у предприятия, одного типа оборудование следует унифицировать, что займет меньше площади в агрегатно-моторном отделении. Перечень располагаемого оборудования приведен в таблице 8 [6, 8].

Таблица 8 – Табель технологического оборудования

Название	Модель	Кол-во
1	2	3
Инструментальный шкаф	КО-390	2
Токарно-винторезный станок	-	1
Вертикально-сверлильный станок	P-175M	1
Слесарный верстак	BC-1	1
Подвесная кран-балка	-	1
Настольно-сверлильный станок	P-175M	1
Пресс с ручным приводом	ППП-30	1
Станок для шлифовки фасок клапанов	P-190	1
Стенд для ремонта двигателей	Проектируемый	2
Стенд для шлифовки клапанов	P-190	1
Стеллаж для деталей	-	2
Гидравлический пресс	ППП-30	1
Урна для обтирания материалов	-	1
Ванна для мойки деталей	ОМ-1316	1
Станок для заточки инструмента	-	1
Площадка для двигателей	-	1
Машина для мойки двигателей	-	1

План моторного участка размещен в графической части работы на листе 1. Согласно таблице 5, площадь помещения равна 100 м².

2 Конструкторская часть

2.1 Анализ существующих стендов-кантователей

Для обеспечения качественного ремонта и обслуживания двигателей автомобилей требуется применение специализированного оборудования, такого как кантователи. Эти устройства позволяют выполнять работы по разборке и сборке двигателей более безопасно и эффективно, предоставляя возможность поворота агрегата для доступа к любой его части.

Анализ рынка кантователей необходим для понимания существующих технических решений, изучения их характеристик и выявления областей, требующих улучшения. Это поможет определить оптимальные конструктивные особенности и создать конкурентоспособный продукт, отвечающий требованиям ремонтных предприятий.

Целью анализа является:

- Сравнение функциональных возможностей: изучение представленных на рынке моделей позволяет выявить различия в конструкции, приводах и материалах, что помогает выбрать оптимальные технические решения.
- Оценка безопасности и удобства эксплуатации: определение рисков, связанных с использованием существующих кантователей, помогает избежать повторения недостатков и повысить уровень безопасности.
- Анализ экономической целесообразности: сравнительная оценка стоимости и эффективности использования различных моделей кантователей позволяет определить наилучшее соотношение цены и качества.

Анализ кантователей на рынке позволит создать новый продукт, соответствующий современным требованиям.

Конструкция стенда R-776-00 (рисунок 1) выполнена из прочной стали и покрыта полимерно-порошковым покрытием.



Рисунок 1 – Стенд R-776-00

Стенд состоит из жесткой рамы с опорами и оснащен виброопорами для уменьшения вибраций и повышения устойчивости устройства. Применение червячного редуктора с ручным приводом позволяет оператору изменять положение двигателя и обеспечивать доступ к любой его части. Компактные габариты (2030 x 1060 x 1230 мм) и масса 290 кг, позволяет сэкономить занятую площадь в ремонтной зоне [9].

Преимущества:

- Высокая грузоподъемность,
- Антикоррозийное покрытие,
- Устойчивость и виброзащита,
- Универсальность использования.

Недостатки:

- Ручной привод,
- Отсутствие автоматизации,
- Ограниченная мобильность.

Стенд М-401 (рисунок 2) – универсальное стационарное устройство для разборки и сборки двигателей КАМАЗ и ЯМЗ.



Рисунок 2 – Стенд-кантователь М-401

Технические характеристики

- Привод: ручной, полноповоротный,
- Габариты: 1370 x 925 x 980 мм.,
- Масса: 195 кг.,
- Угол поворота: 360°.

Преимущества

- Компактные размеры и малая масса,
- Полный поворот двигателя на 360°,

- Универсальность применения.

Недостатки

- Ручной привод,
- Отсутствие автоматизации,
- Трудоемкая фиксация двигателя.

Стенд Р770Е (рисунок 3) предназначен для разборки и сборки двигателей, коробок передач, задних мостов и других агрегатов с массой до 3000 кг. Устройство оснащено электромеханическим приводом. Поворот двигателя на 360° для удобства доступа ко всем частям двигателя. Стенд стационарный, его масса составляет 460 кг при мощности привода 0,75 кВт.



Рисунок 3 – Стенд Р770Е

Технические характеристики

- Грузоподъемность: 2 т.,

- Тип привода: электромеханический с червячным редуктором,
- Угол поворота: 360°,
- Габариты: 2282 x 1080 x 1425 мм.,
- Масса нетто: 396 кг.

Преимущества:

- Высокая грузоподъемность,
- Электромеханический привод,
- Полный угол поворота.

Недостатки:

- Стационарность,
- Высокая стоимость,
- Энергозависимость.

Анализ представленных на рынке кантователей (R-776-00, M-401, P770E) показал, что существующие модели обладают различными характеристиками и удовлетворяют потребности ремонта ДВС в определенных условиях. Выявлены следующие ограничения: необходимость физических усилий при ручном приводе, ограниченная мобильность стационарных устройств, высокая стоимость и энергоемкость электромеханических моделей.

2.2 Построение циклограммы

В целях определения лучшего предложения на рынке необходимо прибегнуть к построению циклограммы, которая наглядно отразит достоинства и недостатки предлагаемых решений и сформирует требования к проектируемому стенду-кантователю. Для этого в таблицу 9 снесены технические характеристики рассмотренных выше моделей.

Таблица 9 – Рассматриваемое оборудование

Параметры кантователя	R-776-00	P776E	M-401
Занимаемая площадь, м ²	2,15	2,33	1,91
Масса, кг.	290	396	220
Грузоподъемность, кг.	2000	2000	2000
Срок службы, лет	8	8	6
Ресурс до среднего ремонта, ч.	2500	3000	2200
Стоимость, руб.	115 565	247000	230860

Исходя из представленной информации необходимо выбрать кантователь со средними значениями, принятый за базовый. В данном случае принимается кантователь R-776-00. В таблице 6 рассмотрены 6 признаков, а значит циклограмма должна иметь 6 лучей, которые откладываются от центра по окружности с равными шагами. Выбирается базовое оборудование с удаленностью от центра в условную одну единицу (1,0). В зависимости от положительной или отрицательной динамики характеристики относительно базовой строятся точки и соединяются в многоугольник [4]. При помощи программного обеспечения Компас-3D вычисляется площадь фигуры, результаты расчетов которых приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Площади фигур

Модель	Площадь многоугольников, мм ²
Кантователь M-401	22015
Кантователь P776E	19164
Кантователь R-776-00	25980

Анализируя таблицу 7, приходим к выводу, что кантователь модели R-776-00 обладает наиболее предпочтительными характеристиками, так как площадь фигуры больше, чем у остальных. На рисунке 4 приведена построенная циклограмма.

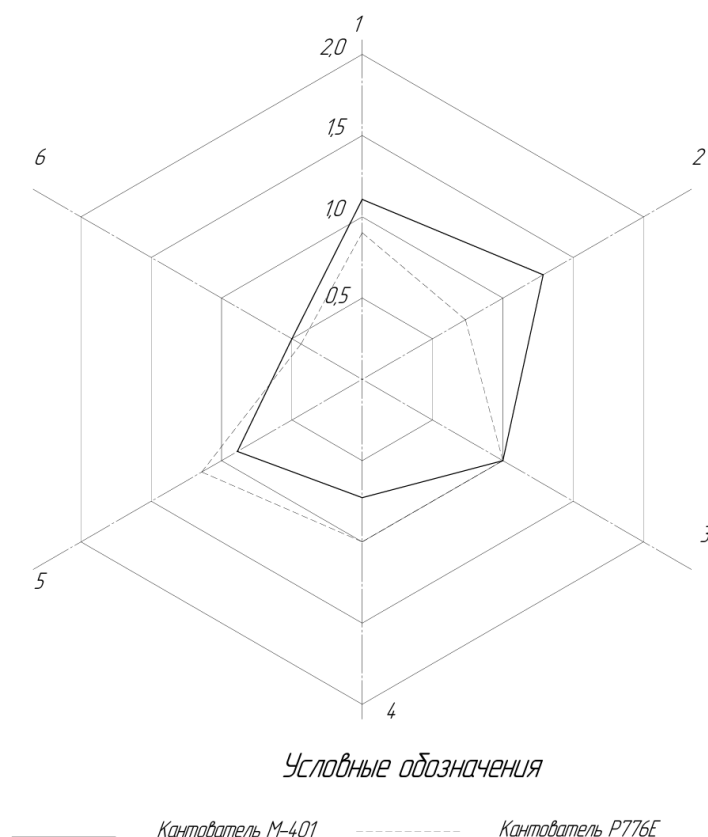


Рисунок 4 – Циклограмма

2.3 Техническое задание

2.3.1 Наименование и область применения стенда-кантователя

Кантователь предназначен для разборки и сборки двигателей внутреннего сгорания КАМАЗ-740, используемых в грузовых автомобилях.

2.3.2 Основание для разработки стенда-кантователя

Задание для разработки в рамках выпускной квалификационной работы выдано кафедрой "Проектирование и эксплуатация автомобилей".

2.3.3 Источники разработки

Разработку стенда-кантователя произвести на основе анализа отечественных и зарубежных аналогов, существующих на рынке.

2.3.4 Технические требования к конструкции кантователя для разборки-сборки ДВС КамАЗ-740

Стенд является видом ремонтного оборудования. Предназначен для разборки-сборки крупных агрегатов. Предполагается, что кантователь может быть использован на СТО и АТП, специализирующихся на ремонте и обслуживанию грузовых автомобилей.

Стенд-кантователь предлагается к использованию в моторном отделении. Отделение представляет собой помещение закрытого типа с естественным и искусственным освещением. В помещении есть подвод электрической энергии. Стенд должен отвечать следующим требованиям:

- Грузоподъемность до 1250 кг, с учетом веса двигателя КАМАЗ-740 и дополнительных агрегатов [7],
- Электромеханический привод с червячным редуктором,
- Мощность привода – не менее 0,75 кВт.,
- Полный угол поворота 360°,
- Обеспечение фиксации ДВС КАМАЗ-740,
- Наличие колёс с тормозным механизмом для обеспечения перемещения,
- Обеспечение устойчивости при фиксации на рабочем месте,
- Регулируемые крепления для различных модификаций двигателя КАМАЗ-740,
- Возможность адаптации под другие модели двигателей без существенной переналадки,
- Системы блокировки от случайного поворота двигателя,
- Защита от перегрузок и защита привода,
- Устойчивость конструкции при максимальной нагрузке,
- Прочная сталь с антикоррозийным покрытием,
- Виброопоры для снижения вибрации,

- Температурный диапазон: от -20 до + 40°C,
- Использование в крытых ремонтных цехах и на открытых площадках.

Кроме того, разрабатываемый стенд-кантователь должен удовлетворять требованиям санитарно-бытовых норм, эргономическим требованиям, эстетическим требованиям и требованиям пожарной безопасности.

2.4 Техническое предложение

2.4.1 Описание предлагаемого стенда

В соответствии с техническим заданием необходимо разработать конструкцию стенда-кантователя для сборки и разборки двигателей КАМАЗ 740. Данный стенд должен обеспечивать безопасное выполнение работ с двигателями массой до 1250 кг и обеспечивать их вращение на 360 градусов.

Предлагаемый стенд состоит из следующих основных частей:

1. Основание обеспечивает устойчивость стенда и равномерное распределение нагрузки. Изготовлено из стали марки Ст3.
2. Стойки соединяют основание с вилкой, передают нагрузку и обеспечивают жесткость всей конструкции.
3. Вилка служит для крепления двигателя и его вращения вокруг горизонтальной оси.
4. Зажимы фиксируют двигатель на вилке.
5. Редуктор с электроприводом обеспечивает вращение двигателя с помощью электродвигателя и червячного редуктора. Питание осуществляется от сети ~380 В, 50 Гц.

2.4.2 Анализ аналогов

Проведенный анализ показал, что существует стенд-кантователь М-401, имеющий грузоподъемность 2000 кг и массу 220 кг. Однако, несмотря

на его высокую грузоподъемность, для наших целей он избыточен, что приводит к увеличению стоимости и сложности конструкции.

Недостатки стенда М-401:

- для двигателей КАМАЗ 740 достаточна грузоподъемность 1250 кг.;
- большая масса увеличивает трудности при перемещении и установке стенда;
- высокая стоимость изготовления обусловлена использованием большего количества материалов.

2.4.3 Обоснование необходимости разработки нового стенда

Рассмотренные аналоги стендов-кантователей имеют свои преимущества и недостатки. Оборудование должно быть удобным для использования, простым в эксплуатации, отвечать требованиям грузоподъемности, иметь широкий функционал, дешевым для приобретения или изготовления. На исследуемом рынке не существует стенда, который бы полностью соответствовал вышеуказанным требованиям. Поэтому разработка стенда-кантователя, оптимизированный для двигателей КАМАЗ 740, который будет иметь меньшую массу и стоимость изготовления без ущерба для функциональности и безопасности, является актуальной.

2.4.4 Предлагаемые варианты конструкции

В качестве предлагаемых вариантов конструкции необходимо рассмотреть привод стенда. Достоинства ручного привода: простота конструкции, низкая стоимость изготовления, отсутствие необходимости в электропитании, недостатки: требует физических усилий оператора, менее удобен при частых операциях вращения двигателя. Достоинства электропривода: удобство при работе, плавное вращение двигателя, возможность точной фиксации в любом положении, снижение физического воздействия со стороны оператора. Недостатком становится более высокая стоимость и сложность конструкции.

2.4.5 Выбор оптимального варианта

С учетом требований к удобству и безопасности работы, а также стремления снизить физическую нагрузку на оператора, предпочтительным является вариант с электроприводом.

Предлагаемый стенд сочетает в себе необходимые функциональные возможности при оптимальном использовании материалов и технологий.

2.5 Прочностной расчет проектируемого кантователя

Проектируемая установка рассчитана на двигатели грузового автомобиля. Расчет проводится с учетом запаса прочности, масса двигателя камаза 740 составляет 750 кг.

Максимальный крутящий момент, необходимый для поворота двигателя относительно поперечной оси [12]:

$$M_{кр} = G \cdot (L + f \cdot d) \cdot k, \quad (28)$$

где $G = 7500$ – вес двигателя внутреннего сгорания (ДВС);

L – максимальное расстояние от центра тяжести до оси вращения;

$f = 0,1$ – коэффициент трения в подшипниковом узле;

$d = 0,5$ м – диаметр вращения;

$k = 1,2$ – коэффициент, учитывающий инерционное сопротивление.

Подставляя значения:

$$M_{кр} = 7500 \cdot (0,1 \cdot 0,5) \cdot 1,2 = 450 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Также необходимо учитывать трение в подшипниках, которое принимается эмпирически:

$$M_{тр} = 7,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Итоговый крутящий момент определяется с учетом запаса прочности $c = 1,6$:

$$M = c \cdot (M_{кр} + M_{тр}), \quad (29)$$
$$M = 1,6 \cdot (450 + 7,4) = 731,84 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Для обеспечения данного крутящего момента предполагается использование червячного редуктора с характеристиками, соответствующими редуктору Ч-100-80-51-1-УЗ.

Далее произведем расчет подшипника ступицы на прочность.

Чтобы определить, выдерживает ли нагрузку конструкция стенда, выполняем расчет момента силы, действующего на ступичный подшипник, и сравниваем его с условиями эксплуатации. Расчетная схема представлена на рисунке 5.

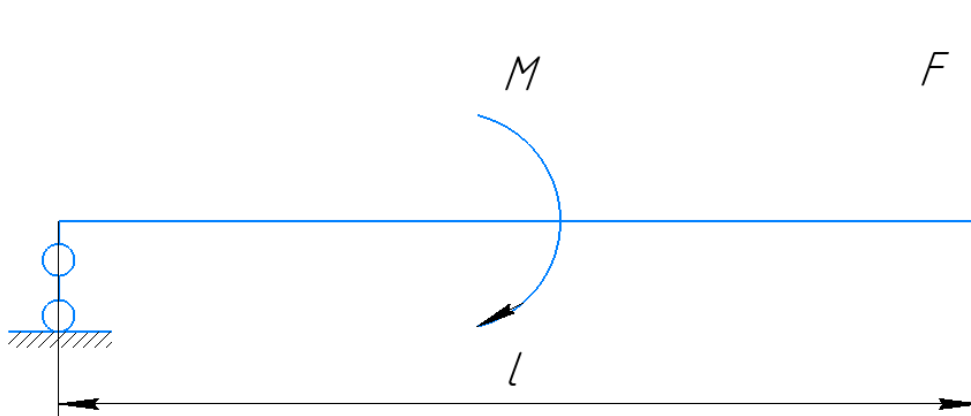


Рисунок 5 – Расчетная схема для одной траверсы

Исходные данные:

- Вес двигателя $G = 7500 \text{ Н}$,
- Сила $F = 0,5 \cdot G$ (две траверсы),
- Расстояние $L = 0,59 \text{ м}$.

Момент силы определяется как:

$$M_0 = F \cdot L, \quad (30)$$

Подставляя значения:

$$M_0 = 3750 \cdot 0,59 = 2122,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Таким образом, подшипник должен быть рассчитан на воспринимаемую нагрузку с учетом данных параметров.

Формула момента силы для подшипника и боковой силы:

$$M_a = F_{\text{бок}} \cdot L, \quad (31)$$

$$F_{\text{бок}} = \phi \cdot N = 6300 \cdot 0,9 = 5670 \text{ Н}, \quad (32)$$

Расчет M_a :

$$M_a = 5670 \cdot 0,59 = 3345,3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$M_0 < M_a$ условие выполняет, следовательно подшипник способен выдержать нагрузку.

Подбор электропривода

$$P_{\text{ВЫХ}} = 0,7 \text{ кВт};$$

КПД привода [13]:

$$KПД_{\text{привод}} = KПД_{\text{эд}} * KПД_{\text{черв}} * KПД_{\text{подш}} \quad (33)$$

где КПД электродвигателя = 0,98, КПД червячной передачи = 0,85, КПД подшипников качения = 0,99;

Тогда, подставив значения в формулу 33, получаем КПД привода :

$$КПД_{привод} = 0,98 * 0,85 * 0,99^2 = 0,81$$

Вычислим требуемую мощность электродвигателя:

$$P = \frac{P_{вых}}{КПД_{привод}} \quad (34)$$

$$P = \frac{0,7}{0,81} = 0,86 \text{ кВт}$$

Электродвигатель 4ААМ50В4ЕЭ подходит по требуемой мощности, рассчитанной по выражению 31. Двигателю соответствует $P = 0,9 \text{ кВт}$ и $n_{эд} = 750 \text{ мин}^{-1}$.

Спроектированный кантователь для сборки разборки ДВС Камаза находится в графическом материале на страницах 3-4.

2.6 Руководство по эксплуатации стенда-кантователя для разборки-сборки ДВС автомобилей КАМАЗ

2.6.1 Общие положения

Руководство по эксплуатации (РЭ) стенда-кантователя предназначено для предприятий автосервиса (СТО и АТП). На основании РЭ организуется правильная технологическая эксплуатация стенда-кантователя и его обслуживание.

Руководство по эксплуатации содержит в себе описание изделия, принцип работы стенда-кантователя, информацию об использовании стенда, его техническом обслуживании, текущем ремонте. Кроме того, рассмотрены меры безопасности, условия хранения, транспортировки и утилизации стенда-кантователя.

Для работы на стенде-кантователе уровень квалификации должен позволять персоналу выполнять комплексные ремонтные работы, включая

диагностику, разборку, ремонт, сборку и тестирование двигателей автомобиля КАМАЗ. Слесарь должен иметь квалификацию не ниже 4-го разряда.

Руководство по эксплуатации распространяется на стенд-кантователь, разработанный в рамках данной выпускной квалификационной работы.

Стенд-кантователь предназначен для установки, фиксации и вращения двигателя КАМАЗ вокруг горизонтальной оси. Устройство обеспечивает доступ ко всем узлам и агрегатам двигателя при его разборке, сборке и обслуживании ДВС КАМАЗ-740. На стенде проводятся технологические операции, которые снижают физическую нагрузку и минимизируют человеческий фактор.

Двигатель устанавливается на вилки стенда и фиксируется при помощи зажимов. Благодаря электромеханическому двигателю поворачивается на 360°, встроенные фиксаторы помогают установить двигатель в комфортное положение для работы.

Технические характеристики стенда представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Технические характеристики

Параметр	Значение
Тип	Стационарный
Грузоподъемность, кг	До 1250
Угол поворота	360° с возможностью фиксации в любом положении
Габаритные размеры (Д×Ш×В), мм	1500×1300×1000
Масса стенда, кг	160
Привод поворота	Электродвигатель с червячным редуктором
Материал изготовления	Сталь марки Ст3
Покрытие	Порошковая окраска с антикоррозийной обработкой
Питание электродвигателя	~380 В, 50 Гц

2.6.2 Описание и работа составных частей изделия

В таблице 12 представлены основные сборочные единицы стенда-кантователя, используемый материал и их назначение.

Таблица 12 – Особенности сборочных единиц стенда-кантователя

Элемент	Количество, шт.	Материалы/компоненты	Назначение
1	2	3	4
Основание	1	Изготовлены из профильной стальной трубы	Устойчивость стенда и равномерное распределение нагрузки.
Стойки	2	Изготовлены из профильной стальной трубы	Соединяют основание с вилкой.
Вилка	2	Выполнены из высокопрочной стали, адаптирована под стандартные точки крепления двигателя КАМАЗ	Крепления двигателя и его вращения вокруг горизонтальной оси.
Зажимы	4	Регулируемые, возможность быстро устанавливать и снимать двигатель.	Фиксируют двигатель на вилке, обеспечивая его надежное закрепление.
Червячный редуктор	1		Контролируемое вращение вилки с двигателем.
Электродвигатель	1	Трехфазный асинхронный двигатель, модель 4ААМ50В4ЕЗ	Вращение двигателя с помощью электродвигателя и червячного редуктора.
Система управления	1	Пульт управления с кнопками «Вперед» / «Назад» и аварийной остановкой.	Управление вращением двигателя на стенде

2.6.3 Установка и подготовка к работе

1. Установить кантователь на ровной поверхности.
2. Зафиксировать двигатель на вилках с помощью зажимов.
3. Подключить электродвигатель к источнику питания.

2.6.4 Порядок эксплуатации

1. Поворачивать двигатель, используя электромеханический привод (редуктор).
2. Фиксировать положение двигателя с помощью встроенных фиксаторов.

2.6.5 Техническое обслуживание стенда-кантователя

1. Проводить осмотр кантователя на наличие износа деталей.
2. Регулярно смазывать редуктор и подвижные части.

3. Проверять крепление электродвигателя и соединительных элементов.

2.6.6 Текущий ремонт

Ремонт станда-кантователя производится поставщиком или изготовителем.

2.6.7 Меры безопасности

1. Не превышать грузоподъемность.
2. Проверять зажимы перед началом работы.
3. Отключать питание при обслуживании оборудования.

2.6.8 Хранение станда-кантователя

1. Хранить в сухом месте, защищенном от коррозии.

2.6.9 Транспортирование станда-кантователя

1. При транспортировке обеспечить фиксацию подвижных частей.

3 Технологический раздел

3.1 Разработка технологической карты

Спроектированный стенд-кантователь предназначен удобства сборки и разборки при техническом обслуживании или ремонте двигателей КамАЗ. Наличие электрического привода позволяет автоматизировать процесс работы на оборудовании и избегать применения силы со стороны рабочего персонала для вращения ДВС. Конструкция позволяет поднимать груз до 1250 кг.

Технологическая карта разборки и сборки двигателя приведена на листе графической части. [6].

3.2 Неисправности и их устранение

В процессе эксплуатации двигателя КАМАЗ 740 возникают различные неисправности. Для обеспечения бесперебойной работы необходимо своевременно выявлять и устранять эти проблемы. Основные неисправности двигателя, их причины и способы устранения приведены в таблице 13 [16].

Таблица 13– Основные неисправности и методы их устранения

Неисправность	Возможные причины	Устранение
1	2	3
Двигатель не запускается	- Отсутствие топлива в баках - Засорение топливных фильтров - Разряженная аккумуляторная батарея	1. Проверить наличие топлива в баках и заправить при необходимости. 2. Заменить или очистить топливные фильтры. 3. Проверить заряд аккумулятора и зарядить или заменить его.
Нестабильная работа двигателя	- Неправильная регулировка топливного насоса - Неисправность форсунок	1. Отрегулировать топливный насос согласно инструкции производителя. 2. Проверить форсунки на стенде и заменить при необходимости.

Продолжение таблицы 13

1	2	3
Перегрев двигателя	- Недостаток охлаждающей жидкости - Неисправность термостата - Засорение радиатора	1. Проверить уровень охлаждающей жидкости и долить до нормы. 2. Проверить работу термостата и заменить при необходимости. 3. Очистить радиатор от загрязнений и накипи.
Пониженное давление масла	- Недостаток масла в картере - Износ масляного насоса - Засорение масляных каналов	1. Проверить уровень масла и долить до нормы. 2. Проверить состояние масляного насоса и заменить изношенные детали. 3. Промыть масляные каналы.
Посторонние шумы в двигателе	- Износ подшипников коленчатого вала - Ослабление крепления деталей - Износ клапанного механизма	1. Разобрать двигатель на стенде-кантователе. 2. Проверить подшипники коленчатого вала и заменить изношенные. 3. Проверить крепление деталей и подтянуть болты и гайки. 4. Проверить клапанный механизм и заменить изношенные детали.
Повышенный расход топлива	- Засорение воздушного фильтра - Неправильная регулировка карбюратора	1. Заменить или очистить воздушный фильтр. 2. Отрегулировать карбюратор согласно инструкции производителя.
Выбросы черного дыма из выхлопной трубы	- Переобогащение топливной смеси - Неисправность форсунок	1. Проверить настройки топливной системы и отрегулировать их. 2. Проверить форсунки и заменить при необходимости.

Необходимо руководствоваться правилами эксплуатации при работе со стендом, избегать использование оборудования в условиях повышенной влажности. Своевременное обслуживание и ремонт двигателя продлевают срок его службы [17].

4 Безопасность и экологичность стенда-кантователя для ремонта двигателя КамАЗ

4.1 Технологический паспорт безопасности объекта и его назначение

Технологический паспорт безопасности объекта – это официальный документ, содержащий подробную информацию о технических характеристиках, технологических процессах, потенциальных опасностях и мерах безопасности, связанных с конкретным объектом или оборудованием.

Он служит основным источником данных для обеспечения безопасной эксплуатации, обслуживания, ремонта и предотвращения аварийных ситуаций и несчастных случаев.

Технологический паспорт безопасности необходим для:

- идентификации и оценки рисков,
- разработки мер по предотвращению аварий,
- обеспечения соответствия нормативным требованиям,
- информирования персонала,
- документирования изменений.

Технологический паспорт безопасности является частью системы управления безопасностью на предприятии. Его разработка и регулярное обновление влияют на:

- эффективность обучения персонала,
- вероятность аварий и инцидентов,
- оперативное реагирование в чрезвычайных ситуациях,
- репутацию предприятия.

4.2 Конструктивно-технологическая характеристика стенда-кантователя для ремонта двигателя КамАЗ

В таблице 14 сформирован технологический паспорт для проектируемого стенда-кантователя по ремонту двигателя КамАЗ 740.

Таблица 14 – Технологический паспорт

Название технологической операции	Операции	Исполнитель	Название оборудования	Инвентарь
Разборка двигателя КАМАЗа 740 на стенде	1 Снятие стартера и его элементов. 2 Разборка выпускного и впускного коллекторов. 3 Снятие генератора и его креплений. 4 Снятие сцепления, компрессора, водяного насоса. 5 Демонтаж крышки головки блока цилиндров. 6 Снятие поддона картера и элементов системы подачи масла. 7 Снятие топливных трубопроводов и форсунок. 8 Демонтаж системы охлаждения и привода. 9 Разборка коленчатого вала и поршневой группы. 10 Разборка распределительного механизма.	Слесарь-моторист пятого разряда	Стенд-кантователь для разборки двигателя КАМАЗа	Спецодежда, перчатки, защитные очки, инструментальный ящик

4.3 Потенциальные риски для здоровья персонала при работе со стендом

На основе таблицы 11 необходимо провести анализ вредных и опасных производственных факторов, которые могут или оказывают влияние на здоровье рабочих. В таблице 15 сформирован перечень потенциальных рисков для здоровья на основе операций, производимых при работе на стенде-кантователе.

Таблица 15 – Перечень потенциальных рисков для здоровья

Название операции	Потенциальные риски
Снятие стартера и его элементов	Механические травмы при откручивании крепежных элементов; Падение тяжелых деталей при демонтаже
Разборка выпускного и впускного коллекторов	Ожоги или порезы от горячих/острых поверхностей; Повреждение рук при снятии тяжеловесных элементов
Снятие генератора и его креплений	Падение тяжелых деталей; Травмы рук при демонтаже креплений
Снятие сцепления, компрессора, водяного насоса	Ударные травмы; Повреждение рук от контакта с движущимися элементами
Демонтаж крышки головки блока цилиндров	Повреждение рук острыми кромками; Падение элементов
Снятие поддона картера и элементов системы подачи масла	Разлив масла и скольжение; Механические травмы
Снятие топливных трубопроводов и форсунок	Утечка топлива и риск возгорания; Порезы и ушибы
Демонтаж системы охлаждения и привода	Ожоги от горячей жидкости; Механические травмы
Разборка коленчатого вала и поршневой группы	Падение тяжелых компонентов; Повреждение рук при снятии деталей
Разборка распределительного механизма	Падение элементов; Механические повреждения

При разборке двигателя КамАЗа 740 на стенде персонал сталкивается с профессиональными рисками, эти риски негативно сказываются на здоровье работников. Среди наиболее значимых – физические факторы. К физическим

факторам относятся падения тяжелых предметов, ушибы, травмы и прочее. Термические риски возникают при контакте с горячими поверхностями и жидкостями. Электрические риски связаны с электроприводом самого проектируемого стенда, необходимо соблюдать меры предосторожности при работе с оборудованием под напряжением.

Профилактика перечисленных выше факторов включает использование средств индивидуальной и коллективной защиты, организацию рабочего места, правильное применение и работа с инструментами и соблюдение правил техники безопасности. В таблице 16 приведены категории факторов и описание мер по предотвращению.

Таблица 16 – Опасные и вредные факторы и меры предотвращения

Категория факторов	Потенциальные риски	Описание мер предотвращения
1	2	3
Физические факторы	Падение тяжелых деталей	Использование специализированных инструментов и фиксирующих приспособлений; Поддержка деталей вспомогательными устройствами
	Удары при работе с крепежными элементами и подвижными механизмами	Применение защитных перчаток; Контроль правильного использования инструментов
	Скользкие поверхности из-за разливов масла или топлива	Подготовка места работы (установка поддона); Использование противоскользящей обуви
	Физическая нагрузка и неудобные рабочие позы	Применение вспомогательных подъемных механизмов; Регулярные перерывы для разгрузки
	Контакт с острыми кромками	Ношение защитных перчаток; Использование инструментов для защиты от порезов
	Движущиеся части и элементы	Обеспечение устойчивости компонентов; Фиксация подвижных элементов перед демонтажем

Продолжение таблицы 16

1	2	3
Термические факторы	Ожоги от горячих поверхностей	Предварительное охлаждение деталей; Использование термостойких перчаток
	Горячие жидкости (охлаждающая жидкость, масло)	Слив горячих жидкостей до начала работы; Применение защитных очков и одежды
Химические факторы	Контакт с топливом и маслами	Проветривание помещения; Использование перчаток и защитной одежды
	Выделение вредных газов и паров	Применение средств защиты органов дыхания; Организация эффективной вентиляции
Электрические факторы	Работа с электроприводом стенда-кантователя	Проверка исправности оборудования перед началом работы; Использование диэлектрических перчаток и обуви; Соблюдение правил отключения электропитания

4.4 Разработка мер пожаробезопасности на участке

Для обеспечения безопасности на участке по ремонту двигателей КАМАЗа необходимо учитывать специфику данного вида объектов. Участок по ремонту двигателей предполагает работу с тяжелыми и сложными агрегатами, наличие горючих материалов, масел, а также использование оборудования, которое может быть подключено к электрической сети.

Пенные системы пожаротушения являются отличным решением для тушения пожаров, связанных с горючими жидкостями и маслами. Пена обладает высокой смачивающей способностью, подавляет огонь и предотвращает его распространение. Способность объемного тушения и низкая плотность пены позволяют использовать данную систему в больших помещениях.

Системы углекислотного пожаротушения эффективны для тушения возгораний в технических помещениях, где может присутствовать горючий газ или оборудование с электрическим подключением. Углекислота снижает

концентрацию кислорода и предотвращает распространение огня. Системы могут применяться для защиты электрических установок и других устройств.

Участок по ремонту двигателей КАМАЗа включает большие площади и различные рабочие зоны, где при возникновении пожара возможно быстрое накопление дыма. Системы дымоудаления обеспечивают удаление дыма и опасных газов, позволяют персоналу эвакуироваться и снижают риск отравления угарным газом. На рисунке 6 представлено оборудование дымосос Д-3,5 М, которое осуществляет удаление дыма из помещения.

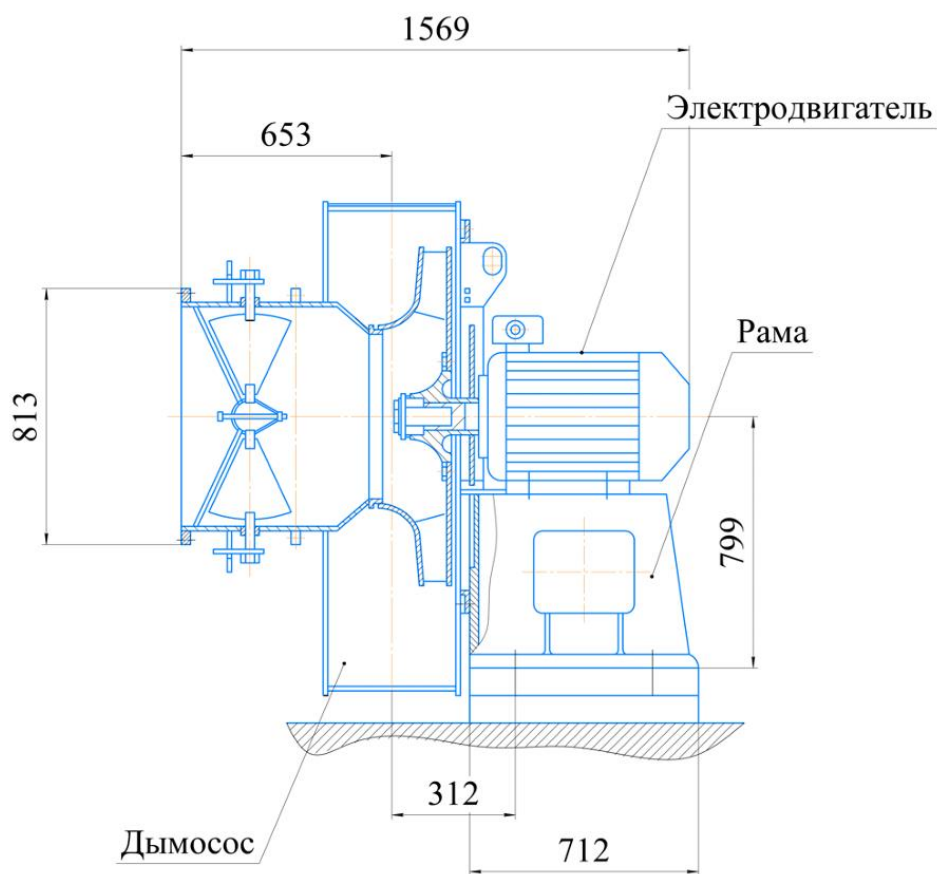


Рисунок 6 – Дымосос Д-3,5 М

На рисунке 7 представлены средства автоматического пожаротушения.



Рисунок 7 – Средства автоматического пожаротушения для производственного помещения

Дополнительные принимаемые меры:

- Регулярное техническое обслуживание систем пожаротушения и оборудования;
- Обучение персонала мерам пожарной безопасности и действиям при чрезвычайных ситуациях;
- Постоянный мониторинг и контроль состояния систем безопасности.

Комбинация систем пенного пожаротушения, углекислотного пожаротушения и систем дымоудаления обеспечивает комплексный подход к пожарной безопасности на участке по ремонту двигателей КАМАЗа. В совокупности данные меры способствуют эффективному предотвращению распространения пожара, минимизации ущерба и защите здоровья и жизни персонала.

4.5 Организационно-технические мероприятия по предотвращению чрезвычайных происшествий

Для предотвращения чрезвычайных происшествий на участке по ремонту двигателей КАМАЗа необходимо внедрить комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасных условий труда, минимизацию рисков и своевременное реагирование на возможные аварийные ситуации. К числу таких мероприятий относятся:

- Разработка и поддержание в актуальном состоянии инструкций по охране труда и технике безопасности для всех видов ремонтных работ;
- Проведение обязательного освидетельствования стенда-кантователя и других устройств перед началом работы;
- Проведение инструктажей по пожарной безопасности для персонала с обязательными тренировками по эвакуации и действиям в случае возникновения пожара;
- Разработка и внедрение плана действий в случае аварий, предусматривающего четкие инструкции по эвакуации, оповещению и взаимодействию с аварийными службами.

4.6 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Использование стенда-кантователя для разборки и сборки двигателей КамАЗа оказывает минимальное воздействие на окружающую среду. Возможность вращения двигателя на 360° и фиксация позволяют контролировать процесс слива рабочих жидкостей, таких как масло и охлаждающая жидкость, что предотвращает случайные проливы и утечки.

Применение электропривода с червячным редуктором способствует энергосбережению, поскольку обеспечивает эффективное потребление электроэнергии при работе с тяжелыми грузами. Долговечность и использование качественных материалов в конструкции стенда уменьшают необходимость частой замены оборудования и снижает потребление ресурсов и образование отходов. Использование стенда-кантователя соответствует современным экологическим стандартам и способствует ответственному потреблению ресурсов, минимизируя негативное воздействие на окружающую среду.

4.7 Выводы по разделу

Стенд-кантователь соответствует современным требованиям и стандартам. Стенд спроектирован с учетом обеспечения максимальной безопасности персонала при его эксплуатации. Его конструктивно-технологические особенности: использование прочных материалов, надежных механизмов фиксации и удобная система управления.

Идентификация потенциальных рисков для здоровья персонала при работе со стендом позволила разработать эффективные меры по их минимизации. Внедрение средств индивидуальной защиты, регулярные инструктажи по технике безопасности и строгое соблюдение эксплуатационных правил положительно влияют на безопасность труда.

С точки зрения экологической безопасности, использование стенда-кантователя способствует снижению воздействия на окружающую среду. Контролируемый процесс разборки и сборки двигателя уменьшает риск утечки вредных веществ, таких как масла и охлаждающие жидкости. Применение энергоэффективного электропривода с червячным редуктором сокращают потребление электрической энергии, а значит снижают нагрузки на окружающую среду.

5 Экономическая эффективность проекта

5.1 Общие положения

Все механические конструкции, включая оборудование, предназначенное для разборки двигателей, имеют определённые стоимостные показатели, которые отражают потребности в использовании различных ресурсов для их проектирования, изготовления и эксплуатации. Экономическая эффективность производства оборудования во многом зависит от ряда ключевых показателей, таких как материалоемкость, сложность изготовления, необходимость механической обработки деталей, а также от объёма капитальных затрат, связанных с его проектированием, сборкой и запуском в эксплуатацию.

Материалоемкость отражает затраты на сырьё и материалы.

Сложность изготовления учитывает технологические операции, требующие выполнения, степень механической обработки деталей, точность сборки и необходимость специального оборудования. Чем сложнее конструкция, тем выше затраты на её производство и обслуживание.

Капитальные затраты включают расходы на проектирование, разработку технической документации, изготовление стенда, его наладку и возможное обучение персонала по его эксплуатации [19].

Цена – это денежное выражение стоимости товара. Стоимость – это величина затрат на покупку или изготовление товара, а также сопутствующих расходов без учета выручки, полученной от его продажи.

5.2 Расчёт затрат на проектирование стенда-кантователя

Месячная тарифная ставка инженера 35 000 руб. Среднемесячная часовая норма выработки 164 ч.

Часовая тарифная ставка инженера T_m , р., определяется по формуле 35^

$$T_m = \frac{T_{мес}}{N}, \quad (35)$$

где $T_{мес}$ – месячная тарифная ставка инженера, р.;

N – среднемесячная часовая норма выработки, ч. [18]

$$T_t = \frac{35000}{164} = 213,41 \text{ руб.}$$

По этим данным произведён расчёт основной заработной платы работников конструкторского бюро, который показан в виде таблицы 17.

Таблица 17 – Расчёт основной заработной платы

Элементы расходов	Величина затрат, руб.
Часовая тарифная ставка	213,41
Премия 35 %	74,69
Заработная плата за час работы	288,10
Итого основная заработная плата в месяц А	47248,40

Отчисления на социальные нужды

$$P_{CH} = A \cdot \kappa_1, \quad (36)$$

где κ_1 – коэффициент, учитывающий эти отчисления.

$$\kappa_1 = 0,31.$$

$$P_{CH} = 47248,4 \cdot 0,31 = 14647,00 \text{ р.}$$

Итого общий фонд оплаты труда проектного бюро с отчислениями

$$P_{OT} = A + P_{CH}, \quad (37)$$

$$P_{OT} = 47248,4 + 14647,004 = 61895,40 \text{ руб.}$$

Прочие расходы, связанные с проектированием стенда (электроэнергия, услуги сторонних организаций, спецоборудование, накладные расходы), составляют 90 % от основной заработной платы, то есть

$$P_{\Pi} = A \cdot 0,9, \quad (38)$$

$$P_{\Pi} = 47248,4 \cdot 0,9 = 42523,56 \text{ руб.}$$

Расчёт затрат на проектирование стенда сведены в таблицу 18.

Таблица 18 – Расчёт затрат на проектирование стенда

Элементы расходов	Величина затрат, руб
Основная заработная плата	47248,40
Отчисления на социальные нужды	14647,00
Прочие расходы	42523,56
Всего	104418,96

Расчет стоимости материалов для стенда приведен в таблице 19 и 20.

Таблица 13 – Расчёт стоимости материалов стенда

Наименование материала	Единица измерения	Количество	Заготовительная цена, руб.	Стоимость, руб.
1	2	3	4	5
Труба квадратная	кг	65	17	1105
Грунтовка	кг	1,3	51	66,3
Эмаль ПФ	кг	1,8	70	126
Круг горячекатаный, d=90 мм	кг	7,5	13,4	100,5
Круг, бронза	кг	0,5	195	97,5
Металл листовой в ассорт.	кг	17	18,2	309,4
Швеллер	кг	20	20	400

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5
Уголок 30х30	кг	15	13	195
Круг горячекатаный в ассорт.	кг	12	15	180
Иное	-	-	-	600
ИТОГО:	-	-	-	2044,7
Расходы на заготовку и транспортировку:	-	-	-	183,13
Возвратимые отходы:	-	-	-	92,01
ВСЕГО:	-	-	-	2279,84

Таблица 20 – Расчет стоимости материалов редуктора

Наименование комплектующих	Количество	Заготовительная цена, руб.	Стоимость, руб.
Редуктор	1	12450	12450
Подшипник шариковый	2	800	1600
Манжета	1	240	240
Подшипник роликовый	1	1000	1000
Кольцо стопорное	1	560	560
Шпонка	1	150	150
Болт М4х18 ГОСТ 7805-70	6	12,2	73,2
Болт М4х25 ГОСТ 7805-70	6	15,5	93
Болт М4х10 ГОСТ 7805-70	4	8,3	33,2
Пробка М8 ГОСТ 10602-94	1	45	45
Иное	-		450
ИТОГО:			16694,4
Расходы на заготовку и транспортировку:			959,14
ВСЕГО:			17653,18

5.3 Расчёт затрат по сборке стенда

Средний разряд работников по сборке стенда-кантователя – пятый.

Расчёт заработной платы работников приведён в таблице 21 [13].

Таблица 21 – Расчёт заработной платы работников по сборке стенда

Элементы расходов	Величина затрат
Трудоемкость, человеко-ч	450
Часовая тарифная ставка слесаря пятого разряда, руб.	104,31
Доплата за тяжелые и вредные условия труда 3,5 %, руб.	3,65
Премия за высокое качество 20 %, руб.	20,86
Основная заработная плата за час работы, руб.	128,82
Итого основная заработная плата, руб.	57969,9

Дополнительная заработная плата определяется по выражению

$$P_{\text{дп}} = B \cdot \kappa_2, \quad (39)$$

где B – основная заработная плата, р. $B = 57969,9$ руб.;

κ_2 – коэффициент, учитывающий отпуска работников. $\kappa_2 = 0,15$.

$$P_{\text{дп}} = 57969,9 \cdot 0,15 = 8695,48 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды

$$P_{\text{сн}} = (B + P_{\text{дп}}) \cdot \kappa_1, \quad (40)$$

$$P_{\text{сн}} = (57969,9 + 8695,48) \cdot 0,31 = 20666,26 \text{ руб.}$$

Итого общий фонд оплаты труда работников по сборке стенда-кантователя с отчислениями [20]

$$P_{\text{от}} = B + P_{\text{дп}} + P_{\text{сн}}, \quad (41)$$

$$P_{\text{от}} = 57969,9 + 8695,48 + 20666,26 = 87331,64 \text{ руб.}$$

Расходы на содержание оборудования, возмещение износа специального инструмента и оснастки определяются по формуле

$$P_{CO} = B \cdot k_3 + B \cdot k_4, \quad (42)$$

где k_3 – коэффициент, учитывающий содержание оборудования. $k_3 = 0,2$;

k_4 – коэффициент, учитывающий возмещение износа специального инструмента и оснастки. $k_4 = 0,04$.

$$P_{CO} = 57969,9 \cdot 0,2 + 57969,9 \cdot 0,04 = 13912,78 \text{ руб.}$$

Транспортно-заготовительные расходы определяются из выражения

$$P_{ТЗ} = C \cdot k_5, \quad (43)$$

где C – стоимость материалов стенда, р. $C = 19932,84$ руб.;

k_5 – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.
 $k_5 = 0,02$.

$$P_{ТЗ} = 19932,84 \cdot 0,02 = 398,66 \text{ руб.}$$

Все расчеты сведены в таблицу 22.

Таблица 22 – Расчёт затрат по сборке стенда

Элементы расходов	Величина затрат, руб.
Основная заработная плата рабочих по сборке стенда	57969,9
Отчисления на социальные нужды	20666,26
Общий фонд оплаты труда работников по сборке стенда с отчислениями	78636,16
Расходы на содержание оборудования	13912,78
Транспортно-заготовительные расходы	398,66
Всего	92947,59

Таблица 23 собирает в себя данные по затрат по проектированию.

Таблица 23 – Расчёт затрат на стенд-кантователь

Элементы расходов	Величина затрат, руб
Затраты на проектирование стенда	104418,96
Материалы	19933,02
Затраты, связанные со сборкой	92947,59
Итого	217299,58

По результатам расчетов затраты на проектируемый стенд-кантователь 217299,58 руб. При этом следует учесть, что это затраты на первый месяц работы, а значит в дальнейшем на производство такого стенда будет тратиться 112880,61 руб., так как исчезнут затраты на проектирование стенда. При средней стоимости аналогичных видов оборудования в 197808 руб. делаем вывод, что проект является экономически выгодным.

Заключение

В данной работе рассмотрены вопросы по проектированию стенда-кантователя для ремонта двигателей КамАЗа 740.

Первый раздел посвящен организации моторного участка и определения программы ремонта. Для существующих производственных мощностей предприятия ООО ТД «Машиностроительный Завод» г. Пермь по итогам расчетов необходимое количество грузовых автомобилей составило 266 единиц. Количество капитальных ремонтов, текущих ремонтов второго, первого объемов, ежедневных обслуживаний и уборочно-моечных работ соответственно составило 1, 29, 68 и 2075 ремонтов и обслуживаний. Число диагностик D_1 и D_2 за сутки составило 12 и 5 обслуживаний соответственно. Рассчитаны площади производственных (371 м^2), складских (251 м^2) и бытовых помещений (357 м^2). Для работы в моторном цехе по ремонту двигателей КамАЗ необходим штат из трех слесарей, каждый из которых будет иметь квалификацию не ниже 4-го разряда. Рабочий процесс в моторном цехе организован в одну смену продолжительностью 8 часов. Введены вводные, первичные, повторные и целевые инструктажи.

Во втором разделе произведен анализ существующих решений на рынке. По итогам анализа построена циклограмма и определена средняя стоимость стендов-кантователей. На основании анализа разработано техническое задание и техническое предложение. Разработан стенд-кантователь для разборки-сборки ДВС КамАЗ-740. Произведены технологические расчеты, представлены схема момента силы, действующего на траверсы. Сформировано руководство по эксплуатации.

В третьем разделе разработан технологический процесс разборки двигателя.

Данное оборудование соответствует современным требованиям и стандартам. Стенд спроектирован с учетом обеспечения максимальной

безопасности персонала при его эксплуатации. Его конструктивно-технологические особенности, такие как использование прочных материалов, надежных механизмов фиксации и удобная система управления, снижают риск возникновения аварийных ситуаций и травматизма среди сотрудников.

По результатам расчетов затраты на проектируемый стенд-кантователь 217299,58 руб. При этом следует учесть, что это затраты на первый месяц работы, а значит в дальнейшем на производство такого стенда будет тратиться 112880,61 руб., так как исчезнут затраты на проектирование стенда. При средней стоимости аналогичных видов оборудования в 197808 руб. делаем вывод, что проект является экономически выгодным.

Список используемых источников

1. Автомобильный справочник [Текст] / Б. С. Васильев [и др.]; под общ. ред. В. М. Приходько. – Москва : Машиностроение, 2004. – 704 с. : ил. – Библиогр.: с. 696. – Прил.: с. 483–695.
2. Автомобили КамАЗ: эксплуатация и техническое обслуживание автомобилей КамАЗ-5320, КамАЗ-53212, КамАЗ-5410, КамАЗ-54112, КамАЗ-5511 [Текст] / сост. Р. А. Мартынова [и др.]; под общ. ред. Л. Р. Пергамента. – Москва : Недра, 1981. – 424 с. : ил.
3. Болбас, М. М. Проектирование предприятий автомобильного транспорта [Текст] / Под ред. М. М. Болбаса. – М. : Адукацыя і выхаванне, 2004. – 596 с.
4. Егоров, А. Г. [и др.] Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста: учеб.-метод. пособие [Текст] / А. Г. Егоров [и др.]; ТГУ; Архитектурно-строительный ин-т; каф. "Дизайн и инженерная графика". – Тольятти : ТГУ, 2013. – 98 с.
5. Епишкин, В. Е., Турбин, И. В. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебно-методическое пособие для студентов направлений подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство») [Текст] / В. Е. Епишкин, И. В. Турбин. – Тольятти : ТГУ, 2016. – 130 с.
6. Живоглядов, Н. И. Основы расчета, проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1 [Текст] / Н. И. Живоглядов. – Тольятти : ТГУ, 2002. – 145 с. : ил.
7. Каталог деталей и сборочных единиц автомобиля-самосвала КамАЗ-5320 [Текст]. – Набережные Челны : КамАЗ, 2009. – 322 с.

8. Кисуленко, Б. В. [и др.] Краткий автомобильный справочник. Т. 2. Грузовые автомобили [Текст] / Б. В. Кисуленко [и др.]; под общ. ред. А. П. Насонова. – Москва : Автополис-Плюс, 2006. – 670 с.

9. Малкин, В. С. Устройство и эксплуатация технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / В. С. Малкин; ТГУ; Ин-т машиностроения; каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". – Тольятти : ТГУ, 2016. – 451 с. : ил. – Библиогр.: с. 445. – Прил. : с. 446–451.

10. Масуев, М. А. Проектирование предприятий автомобильного транспорта [Текст] / М. А. Масуев. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 224 с.

11. Межотраслевые правила по охране труда на автомобильном транспорте: ПОТ Р М-027-2003 : правила введ. в действие с 30 июня 2003 г. [Текст]. – Москва : НЦ ЭНАС, 2004. – 164 с. – Прил.: с. 139–160.

12. Орлов, П. И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. [Текст] / Под ред. П. И. Усачева. – 3-е изд., исправл. – М. : Машиностроение, 1988.

13. Оборудование для ремонта автомобилей: Справочник [Текст] / П. С. Григорченко, Ю. Д. Гуревич, А. М. Кац и др.; Под ред. М. М. Шахнеса. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1978. – 384 с.

14. Петин, Ю. П., Мураткин, Г. В., Андреева, Е. Е. Технологическое проектирование предприятий автомобильного транспорта [Текст] / Ю. П. Петин, Г. В. Мураткин, Е. Е. Андреева; Учебное пособие для студентов вузов. – Тольятти : ТГУ, 2013. – 136 с.

15. Руководство по ремонту и техническому обслуживанию автомобилей: КамАЗ-5320, 5410, 55102, 55111, 53212, 53211, 53213, 54112, 43114, 43118, 65111, 53228, 44108, 43115, 65115, 6540, 53229, 4326, 53215, 54115 [Текст]. – Москва : РусьАвтокнига, 2001. – 286 с.

16. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. [Текст] / Под ред. А. К. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1986.

17. Титунин, Б. А. Ремонт автомобилей КамАЗ : учеб. пособие для ПТУ [Текст] / Б. А. Титунин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 320 с. : ил. – (Учебники и учебные пособия для кадров массовых профессий).

18. Типовые нормы времени на ремонт грузовых автомобилей марок ГАЗ, ЗИЛ, КАЗ, МАЗ, КамАЗ, КрАЗ в условиях автотранспортных предприятий [Текст] / Гос. комитет СССР по труду и социальным вопросам. – Москва : Экономика, 1989. – 299 с.

19. Чумаков, Л. Л. Методические указания к выполнению экономического раздела ВКР для студентов по направлению 190600 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» [Текст] / Л. Л. Чумаков. – Тольятти : ТГУ, 2016. – 35 с.

20. Ярин, Г. А. Экономика предприятия [Текст] : учеб. / Г. А. Ярин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Екатеринбург : [б. и.], 2001. – 182 с.