

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

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей
(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильное хозяйство
(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Зона текущего ремонта ПАТП автобусов НЕФА3-5299-40

Обучающийся

М.С. Жубатов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Г. Доронкин

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

Консультант

канд. техн. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

Тольятти 2024

Аннотация

Рассмотрены перспективы успешной работы пассажирского автотранспортного предприятия (ПАТП) в современных условиях. «Проведено обоснование выбора марки подвижного состава автобусов НЕФАЗ-5299-40 для использования на проектируемом АТП. Пояснительная записка содержит 9 рисунков, 16 таблиц, 61 страниц машинописного текста.

В первой главе планируется произвести технологический расчет предприятия: рассчитать программу ремонта автобусов, определить площади помещений и выбрать оборудование для ремонтного участка. По результатам была построена планировка производственного корпуса ПАТП. Выбрано технологическое оборудование для зоны ТР и разработана его планировка.

Во второй, конструкторской главе, предстоит проанализировать отечественный рынок стенов, построить циклограмму, спроектировать стенд, разработать чертежи, составить техническое задание, техническое решение.[5] В конструкторском разделе выполнено проектирование тележки для монтажа/демонтажа и транспортировки грузовых колес. Проведены основные конструкторские расчеты. Максимальный диаметр обслуживаемых колес 980 мм.[23] При проектировании тележки, выбор комплектующих производился только из материалов, выпускаемых на территории Российской Федерации. Проведен сравнительный анализ технико-экономических параметров разработанной тележки с тележками аналогами.[7] Разработаны технологические карты операции снятия-установки колеса разрабатываемого подвижного состава с использованием спроектированной тележки. В экономическом разделе выполнен расчет себестоимости изготовления тележки для монтажа и транспортировки грузовых колес. [10]

Содержание

Введение	4
1 Технический расчет предприятия	6
1.1 Определение программы ремонта и производимых операций	6
1.2 Расчет программы ремонта автомобилей	9
1.3 Расчет площадей отделений, участков и складских помещений	12
1.4 Объемно-планировочное решение производственного корпуса	14
1.5 Расчет площади отделения и определение его планировки.....	19
1.6 Определение перечня работ ремонтного отделения	20
2 Конструкторская часть	23
2.1 Техническое задание на разработку устройства	23
2.2 Техническое предложение на разработку конструкции тележки.....	24
2.3 Расчет основных элементов конструкции	29
2.4 Оценка технико-экономических характеристик проекта	40
3 Технологический процесс операций снятия/установки колес	42
3.1 Общие положения	42
3.2 Требования к исполнителям операции.....	42
3.3 Разработка технологический карты на операции снятия и установки колес	43
4 Экономический раздел	46
4.1 Расчёт затрат на проектирование стенда	46
4.2 Расчёт затрат по сборке стенда.....	49
Заключение	53
Список используемых источников	55
Приложение А Спецификация.....	59

Введение

«Без надежной работы транспортной отрасли невозможно не только развитие, но даже просто функционирование современной экономики. Поэтому надёжная работа транспорта возможна только при условии своевременного»[27] технического обслуживания и ремонта подвижного состава.

«Для повышения эффективности процессов обслуживания и ремонта» [30] необходимо внедрение современных технических средств, таких как стенды, которые способствуют снижению затрат времени на выполнение работ и повышению безопасности при проведении сервисных операций.

Целью данной работы является разработка конструкции стенд для разборки-сборки узлов автобусов НЕФАЗ, который обеспечит удобство и безопасность при выполнении ремонтных работ, снизит трудозатраты и риск повреждений деталей шасси. [14]

Стенд представляет собой устройство, позволяющее поворачивать агрегаты трансмиссии, вокруг своей оси, обеспечивая удобный доступ к их различным частям для ремонта, разборки и сборки. Разработка и внедрение стенда для колес автобусов НЕФАЗ имеет большое значение, так как позволяет значительно упростить процесс технического обслуживания, снизить трудоемкость и уменьшить риск повреждений компонентов.

«Исследования Министерства транспорта РФ отметили увеличение числа автомобилей за последнее десятилетие почти»[16] в два с половиной раза, «что прямо отражается на повышении показателей производства на станциях техобслуживания транспортных средств. Согласно результатам данного исследования, ожидаемый прирост количества автомобилей в собственности граждан Российской Федерации будет увеличиваться ежегодно около 7%. Соответственно с подобной динамикой также будет повышаться количество потенциальных клиентов на оказание услуг технического обслуживания автотранспортных средств.

В настоящее время страны запада ввели против Российской Федерации» [9] «ряд санкций, которые привели к проблемам поставок импортных комплектующих для автомобильной промышленности РФ. Это вызвало проблемы в производстве ряда моделей автомобилей и автозапчастей. В связи с этим при выборе марки автомобиля для проектируемого АТП следует учитывать данные обстоятельства. Предложенные в задании ВКР модели автобусов для ПАТП имеют высокий уровень локализации производства.» [3]

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

- Провести анализ текущего состояния вопроса, связанного с применением стендов для разборки и «сборки на предприятиях автомобильного транспорта.

- Разработать техническое задание

- Описать конструктивно-технологические характеристики разработанного устройства, включая основные узлы и элементы.

- Определить потенциальные риски, возникающие при производстве и эксплуатации устройства,»[16] включая опасности для оператора и возможность отказов оборудования.

- Рассчитать себестоимость изготовления проектируемого к устройства, включая материалы, комплектующие и трудозатраты.

Новизна данной работы заключается в том, что «проведенные исследование и анализ подбора оборудования, которое существует»[12] на сегодняшний день в России, «показали отсутствие каких-либо иных возможных решений данной проблемы по улучшению автоматизации работ технического обслуживания с подобными возможностями производства, а также соотношением цены и качества.» [31]

1 Технологический расчет предприятия

1.1 Определение программы ремонта и производимых операций

В задании на ВКР нет привязки к городу или региону для размещения проектируемого пассажирского АТП. Согласно заданию, АТП должно быть рассчитано на 125 пассажирских автобусов марки НЕФА3-5299-40. Такое АТП может быть размещено практически в любом крупном районном центре, или в достаточно крупном городе в качестве второго-третьего АТП. Также необходимо учитывать, что в Российской Федерации развернут, и успешно реализуется с перспективой завершения основной части в конце 2023 года, крупный инфраструктурный проект, строительство скоростной трассы М12 Москва-Казань-Екатеринбург с ответвлением до Оренбурга и границы с Казахстаном. В частности, это ответвление проходит через Тольятти.[2]

Реализация этого проекта была запланирована на ближайшие годы. Однако в последнее время приходит информация, что основная часть проекта будет введена в эксплуатацию до конца 2023 года. Завершение проекта значительно улучшит транспортные возможности прилегающих к трассе регионов, ускорит их экономическое развитие, и следовательно, увеличит потребности регионов в транспортных услугах. Это однозначно следует из данных по долям производства различных товаров в прилегающих к трассе М12 регионах.[6] Ожидается существенное увеличение объема грузоперевозок, как крупно тоннажных, так и средне и малотоннажных перевозок. Именно для реализации последних и предназначено проектируемое АТП, и следовательно, производственная деятельность проектируемого объекта будет экономически востребована.

В настоящее время страны запада ввели против Российской Федерации ряд санкций, которые привели к проблемам поставок импортных комплектующих для автомобильной промышленности РФ. Это вызвало

проблемы в производстве ряда моделей автомобилей и автозапчастей. В связи[13] с этим при выборе марки автомобиля для проектируемого АТП следует учитывать данные обстоятельства. Предложенные в задании ВКР модели автобусов для ПАТП обладают высоким уровнем локализации производства в Российской Федерации. Автобусы оснащаются отечественными двигателями ЯМЗ-5341, ЯМЗ-5343 и ЯМЗ-5345 объемом в 4,43 литра, которые производятся на Ярославском моторном заводе. [4]

Автобусы данной марки спроектированы и производятся с 2014 года. Данный автобус имеет хорошие технические характеристики, и обладает высокой надежностью. На базовые модели семейства производитель предоставляет гарантию 200 тысяч километров пробега. [3]

Проектирование (или реконструкция) предприятий основывается на существующей инфраструктуре и производственных мощностях компании, расположенной в городе Магнитогорск. 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.[19]

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.»[25]

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 уче-

1.2 Расчет программы ремонта автомобилей

Расчётный пробег между уборочно-моечными работами определяем по формуле [2]

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

где D_M – прошедшее время между двумя соседними моечными работами,

$$D_M = 3 \text{ дня. [18]}$$

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

Пробег до ТО

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

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

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

где $L_{\text{КР}}^H$ – норма пробега автомобиля до КР, $L_{\text{КР}}^H = L_{\text{ц}} = 350000$ 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 автобусов марки НЕФА3-5299-40 выглядит следующим образом. Расчет производится для старшего вида ремонта и

затем вычитается при расчете младшего. Процедура повторяется вплоть до самого младшего вида ремонта или технического обслуживания.[28]

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

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

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

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

где $N_{кр}$, N_1 , N_2 , $N_{м}$, $N_{ЕО}$ – количество капитальных ремонтов, технических и ежедневных обслуживаний и уборочно-моечных работ; »[27]

Программа ремонтов для автомобилей КамАЗ-65111

$$N_{кр} = 1,$$

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

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

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

Коэффициент выполненных обслуживаний за год принимаем равным $\eta_{г} = 0,163$. КТГ (коэффициент технической готовности) равный $\alpha_{т} = 0,9$. [8]

Зная $\eta_{г}$ можно вычислить программу ремонта для группы автомобилей, перемножив количество ремонтов, полученных по формуле 1.5 – 1.8 на этот коэффициент [5] и на списочное количество автомобилей, отсюда количество обслуживаний для одной единицы

$$N_{кр}^{\Gamma} = 1 \cdot 0,163 = 0,163 = 1,$$

$$N_2^{\Gamma} = 29 \cdot 0,163 = 4,72 = 5,$$

$$N_1^\Gamma = 58 \cdot 0,163 = 9,45 = 10,$$

$$N_M^\Gamma = N_{E0}^\Gamma = 2075 \cdot 0,163 = 338,225 = 339.$$

Для группы автомобилей

$$\sum N_{kp} = 1 \cdot 266 = 266,$$

$$\sum N_2 = 5 \cdot 266 = 1330,$$

$$\sum N_1 = 10 \cdot 266 = 2660,$$

$$\sum N_M = \sum N_{E0} = 339 \cdot 125 = 43174.$$

Программа диагностик D_1 на год [6]

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

Получаем

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

Программа диагностик D_2 на год равна

$$N_{D2}^\Gamma = \sum N_2 + 0,2 \cdot \sum N_2., \quad (9)$$

Получаем

$$N_{D2}^\Gamma = 1330 + 266 = 1596 \text{ диагностик.}$$

1.3 Расчет площадей отделений, участков и складских помещений

Количество постов

$$X_{\text{ТР}} = \frac{T'_{\text{ТР}} + \phi}{D_{\text{раб}} \cdot T_{\text{об}} \cdot P_{\text{п}} \cdot \eta}, \quad (10)$$

где $T'_{\text{ТР}}$ – скорректированные годовые объёмы работ на постах;

ϕ – коэффициент неравномерности поступления, $\phi = 1,2$ [3];

$P_{\text{п}}$ – средняя численность рабочих на 1 посту, $P_{\text{п}} = 1,5$;

η – коэффициент времени рабочего поста, $\eta = 0,9$.

Рабочий штат равен

$$P_{\text{ТР}}^{\text{шт}} = \frac{T_{\text{ТР}}}{\Phi_{\text{шт}}}, \quad (11)$$

где $\Phi_{\text{шт}}$ – годовое время, занятое работой.

Явочная численность

$$P_{\text{ТР}}^{\text{я}} = P_{\text{ТР}}^{\text{шт}} \cdot \eta_{\text{шт}}, \quad (12)$$

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

Согласно расчетам для каждого из участков приведены данные по участкам производственной необходимости.

Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Помещения под производственные нужды

Операционная	$X_{\text{оп}}$	$F_{\text{оп}}, \text{м}^2$
ЕО	4	424,0
ТО	3	212,0
Д	2	212,0
ТР	4	212,0

«Зная рассчитанные годовые объемы работ по отделениям, приведенные в таблице 12, определим число рабочих, штатных и явочных, в отделениях АТП. [11] Результаты размещаем в таблице 3.»[1]

Таблица 3 - Площадь отделений расчетная

Наименование отделения	T, чел-ч	Ф _{шт} , чел·ч	η _{шт}	P _{шт} , чел	P _{яв} , чел	f ₁ , м ²	f ₂ , м ³	F, м ²
Моторное	2938	1840	0,93	2	2	15	12	27
Кузовное	1389	1840	0,8	2	2	30	15	75
Агрегатное	2419	1840	0,93	2	2	15	12	27
Малярное	420	1610	0,9	1	1	10	8	10
Электротехническое	859	1840	0,93	1	1	10	5	10
Топливное	536	1820	0,92	1	1	8	5	8
Шинное	435	1820	0,92	1	1	15	10	15
Аккумуляторное	345	1820	0,92	1	1	15	10	15
Слесарно- механическое	1569	1840	0,93	1	1	12	10	12

«В таблице проведен учет того, что некоторые работы ОГМ выполняются в цехах, и поэтому на участках увеличена трудоемкость работ.

Согласно результатов из таблицы 3, расчетная площадь малярного отделения получилась равной 10 м², что очень мало. Проведем уточняющие расчеты числа постов в малярном отделении АТП по следующей формуле:

$$x_M = \frac{T_M \cdot k_{TP} \cdot \varphi}{D_r \cdot T_c \cdot P_{II} \cdot 0,93}, \quad (13)$$

где T_M - трудоемкость постовых работ в малярном отделении, чел·ч;

k_{TP} - коэффициент учета объема работ в наиболее загруженную смену,

k_{TP} = 0,7;

φ - коэффициент неравномерности поступления автомобилей, φ = 1,3;

P_{II} - среднее число рабочих на посту, P_{II} = 1 чел.;

T_c - время работы постов малярного отделения, T_c = 8 ч;

D_r - количество рабочих дней в году для малярного отделения.

Подставив определенные выше данные в формулу, получим:

$$x_M = \frac{420,4 \cdot 0,7 \cdot 1,3}{256 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,93} = 0,3 \text{ поста}$$

Следовательно, в малярном отделении будет достаточно одного поста.

Используя формулу 43, проведем уточняющий расчет площади малярного отделения АТП. Подставив значения,»[3] получим:

$$F_M = 1 \cdot 23,56 \cdot 4,5 = 106 \text{ м}^2$$

1.4 Объемно-планировочное решение производственного корпуса

«На основании выше проведенных расчетов, в результате которых были определены основные технологические параметры проектируемого АТП разработаем планировочное решение производственного корпуса проектируемого предприятия. Во-первых, определимся с этажностью. Обычно транспортные предприятия размещаются на окраинах городской застройки, где стоимость земельных участков не слишком высока, и следовательно, нет необходимости бороться за уменьшение занимаемой корпусом площади путем наращивания этажности. С другой стороны, размещение производственных подразделений предприятия на разных этажах приведет к значительным технологическим сложностям при транспортировке»[4] «узлов и агрегатов на другой уровень по высоте. Поэтому наиболее эффективным будет выполнение производственного корпуса АТП в виде одноэтажного здания. [15]

Если посты технического обслуживания, диагностики и текущего ремонта размещать в один ряд, то производственный корпус получается достаточно длинным, что приведет к увеличению расстояния транспортировки узлов, агрегатов и запасных частей от ремонтных

отделений и складов до рабочих постов. Для обеспечения возможности размещения постов технического обслуживания, диагностики и текущего ремонта в два ряда с центральным проездом выполним один пролет корпуса шириной 24 метра. Второй пролет корпуса под размещение ремонтных отделений, складов и вспомогательных помещений выполним шириной 18 метров.»[2]

«Линию косметической мойки разместим в отдельно стоящем корпусе. Такое решение уменьшит влажность в производственном корпусе.»[3]

Участок располагается в отдельном корпусе, образованном стенами размером 54 x 18 метров. Размеры корпуса достаточные для размещения грузовых автомобилей различных типов (тягачи, самосвалы, фургоны и т.д.) с учетом необходимых зон маневрирования. Минимальные размеры определяются габаритами самого большого обслуживаемого автомобиля с добавлением пространства для безопасного передвижения персонала и работы оборудования. В корпусе, кроме линий мойки транспортных средств также размещаются зоны водоочистки и подготовки оборотной воды.

Напольное покрытие участка выполнено из нескользкого, водонепроницаемого и химически стойкого материала (бетон с гидроизоляцией), обеспечивающего эффективный сток воды и предотвращающего образование луж. На участке предусмотрен уклон для направления сточных вод к системе водоотведения. Для предотвращения пыления, пол участка окрашен полимерной краской, стойкой к истиранию. Это позволит отказаться от достаточно дорогой напольной плитки, а также сделает половое покрытие менее скользким, а значит более безопасным.

Система водоотведения включает в себя трапы, каналы и трубопроводы для сбора и отвода загрязненной воды. Система рассчитана на максимальный объем сточных вод и обеспечивать их очистку перед сбросом в канализацию или систему оборотного водоснабжения. Важным элементом является отстойник для сбора крупных частиц грязи и песка.

Система водоснабжения обеспечивает подачу воды под необходимым давлением для работы моечного оборудования. Возможно использование как холодной, так и горячей воды. Для экономии ресурсов применяется система оборотного водоснабжения с фильтрацией и подогревом. Система оборотной воды смонтирована непосредственно в корпусе мойки, что упрощает прокладку коммуникаций.

В зависимости от типа мойки (ручная, автоматическая, бесконтактная) на участке располагается различное оборудование: аппараты высокого давления, щетки, пеногенераторы, системы дозирования моющих средств, системы рециркуляции воды, сушильные установки и другое технологическое оборудование, и инструмент. Полный перечень технологического оборудования приводится далее, в таблице 1.

Участок должен быть хорошо освещен для обеспечения качественной мойки и безопасности персонала. Рекомендуется использование влагозащищенных светильников. В случае использования закрытых моечных боксов необходима эффективная система вентиляции для удаления паров моющих средств и влажного воздуха.

На участке предусмотрено место для хранения моечного инвентаря, моющих средств и расходных материалов.

Специфика моечных работ заключается в разно этапном выполнении моечных работ, которые проводятся на различных постах в зависимости от специфики их выполнения. Перед основной мойкой производится удаление крупных загрязнений с помощью скребков, щеток или струи воды под низким давлением. Особое внимание уделяется мойке колес и днища, так как эти элементы наиболее подвержены загрязнению. Для мойки днища могут использоваться специальные насадки и системы подачи воды под высоким давлением.

Мойка кузова и кабины может производиться вручную с использованием щеток и моющих средств или с помощью автоматических установок. После нанесения моющего средства автомобиль тщательно

ополаскивается чистой водой. Для ускорения процесса сушки и предотвращения образования разводов могут использоваться специальные сушильные установки. После мойки каждого автомобиля производится уборка территории участка от остатков грязи и воды.

Загрязнения могут быть различного типа: грязь, песок, глина, масло, битум, химические вещества и т.д. В зависимости от типа загрязнений выбираются соответствующие моющие средства и методы мойки. При сильных загрязнениях может потребоваться предварительное замачивание или использование более агрессивных моющих средств.

Персонал должен быть обучен правилам техники безопасности при работе с моечным оборудованием и химическими веществами.

На участке должны быть установлены предупреждающие знаки и средства пожаротушения.

Необходимо соблюдать правила утилизации отработанных моющих средств и сточных вод.

Участок имеет источник естественного освещения в виде оконных проемов. Также имеются источники искусственного освещения, как в виде источников общего света в виде ламп, так и в виде точечного освещения на рабочих местах.

Электроснабжение участка – трехфазное, с заземлением типа TS-C. Подвод напряжения к рабочим местам осуществляется через устройства защитного отключения, для предотвращения поражения рабочего электрическим током.

Вентиляция – естественная, приточно-вытяжная. Над рабочими местами, где проводится работа, связанная с ручной мойкой кузовов автомобилей или использованием едких веществ предусмотрена принудительная вытяжка. [1]

Подбор оборудования для проектируемого участка является важной частью проектирования рабочего участка или отделения. При подборе оборудования важно учитывать заявленный перечень проводимых работ,

поскольку оборудование и инструмент подбирается исходя из функционала производимых работ, а также исходя из наличия необходимых инженерных коммуникаций.

Используем принцип «сквозного проезда» организации движения обслуживаемых автомобилей в производственном корпусе. Это упрощает буксировку неисправных автомобилей по корпусу до постов обслуживания, упрощает маневрирование и исключает проблемы встречного движения в проездах.

План производственного корпуса представлен на чертеже. Размеры корпуса в осях составляют 54x42 м. Высоту до перекрытий выполняем равной 6 м, так как среди модификаций используемых в АТП автомобилей могут быть и самосвалы. Въезд автомобилей в производственный корпус на обслуживание осуществляется через два въезда. Один происходит через участок углубленной мойки с проведением соответствующей операции, второй въезд располагается рядом, и через него удобно проводить буксирование неисправного автомобиля. Кроме этого второй въезд используется как зона ожидания и место температурного прогрева в период отрицательных температур. Для этого эта зона оборудуется системой сбора воды, с отводом ее в контур очистки, и усиленной системой вентиляции. [4]

Далее после въезда, имеется место под два поста ожидания. Слева и справа от въезда размещаются молярное и кузовное отделения. Для облегчения работ в кузовном отделении имеется кран-балка грузоподъемностью 3 тонны. [1]

Далее по направлению движения слева расположены посты диагностики Д-1 и Д-2, а за ними два универсальных поста текущегоремонта. Справа размещаются два поста для проведения работ по ТО-1 и ТО-2. Все посты выполнены канавного типа и оборудованы канавными подъемниками, причем канавы объединены перекрытыми переходами с двумя выходами. Над постами диагностики, технического обслуживания и текущего ремонта размещаем кран-балку грузоподъемностью 3 тонны, ее

использование повышает уровень механизации при перемещении тяжелых агрегатов. В корпусе имеется один выезд для прошедших обслуживание автомобилей.[5]

1.5 Расчет площади отделения и определение его планировки

«В пункте 1.2 проведен расчет площади зоны текущего ремонта отделения АТП, на основе трудоемкости работ в отделении. Расчетная площадь составила 250 м². Расчет не учитывал конкретного состава необходимо оборудования. Выполним уточненный расчет площади ремонтного отделения с учетом известного состава оборудования отделения. Количество постов ТР:»[12]

$$X_{TP} = \frac{T_{II} \cdot K_{TP} \cdot \varphi}{D_{РАБ} \cdot T_c \cdot C \cdot P_{II} \cdot \eta} \quad (48)$$

где T_{II} - годовые трудозатраты на постовые работы;

$$X_{TP} = \frac{42932 \cdot 0,8 \cdot 1,5}{305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 0,8} = 4,6$$

Принимаем 5 постов ТР.

$$F_y = F_{об} \cdot k, \quad (14)$$

где $F_{об}$ – суммарная площадь под оборудованием, согласно таблице на составляет 55,2 м²;

k - коэфф. плотности размещения оборудования, обычно 4,5.

Подставив значения в формулу 48 ,получаем расчетную площадь отделения:

$$F_y = 55,2 \times 4,5 = 254,85 \text{ м}^2$$

Полученная по уточнённого расчету площадь отделения практически в полтора раза больше, чем в пункте 1.2. Это легко объясняется учетом размеров выбранного оборудования.

При размещении оборудования на площади отделения необходимо учитывать, что для эффективной и безопасной эксплуатации оборудования

необходимо обеспечивать минимальные свободные зоны для оборудования. Например предусмотрена зона и пост для снятия колес, оборудованный подъемником, представленный на рисунке 1.

Планировочное решение зоны текущего ремонта АТП представлено на листе и рисунке 1. На плане размещено все необходимое технологическое оборудование. Площадь отделения составила 252 м², что достаточно близко к расчетному.

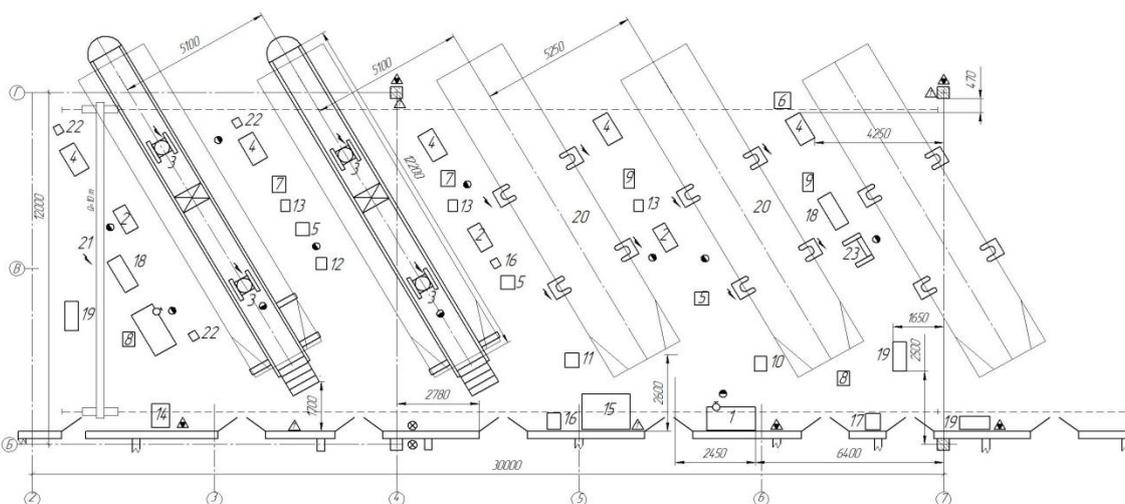


Рисунок 1 – Планировка зоны текущего ремонта[4]

Для механизации работ по снятию/установке и транспортировке комплектов колес в отделение, в ремонтном отделении предусмотрена специализированная тележка, проектирование которой выполнено в следующем разделе. Для удобства перемещения тележки предусмотрены распашные двери, шириной 1,4м. [4]

1.6 Определение перечня работ ремонтного отделения

Согласно задания ВКР, необходимо выполнить технологическое проектирование ремонтного отделения. В ремонтном отделении выполняется следующий перечень работ: [22]

- диагностика состояния и износа;

- снятие и установка колес с/на мост;

Межцентровое расстояние роликов изменяется от 600 до 800 мм, например, как на рисунке 2.



1 – управление, 2 – подъемник, 3 – ролики

Рисунок 2 – Телега Lamco-PR250 для сдвоенных колес[4]

У основания протектора размещаются индикаторы износа шин, которые расположены поперек беговой дорожки протектора на одинаковом расстоянии по окружности. Местонахождение индикаторов износа показывает маркировка на боковине шины (например обозначение «TWI» или пиктограммы). Индикаторы износа проявляются в виде сплошных участков резины и соответствуют предельному износу шины. В этом случае шина подлежит замене. Рекомендуется менять изношенные шины целым комплектом новых шин.[1] Это позволит за счет периодической перестановки шин обеспечить их равномерный износ.

Схема перестановки шин для автомобилей предусматривает обязательную перестановку и запасного колеса. В случае использования в рейсе запасного колеса, после ремонта восстановленное колесо должно быть установлено на свое место, а запасное должно вернуться на место расположения «запаски».

Для обеспечения упорядоченности работы с колесами в рамках АТП, и исключения путаности при перестановке колес, необходимо промаркировать колеса, например надписью, состоящей из госномера и цифры от 1 до 7. Причем цифры должны увеличиваться по очередности в схеме перестановки колес.

Выбор оборудования ремонтного отделения выполняем с учетом перечня типоразмеров колес, которые устанавливаются на автобусы, которые приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Типы шин автобусов

Индекс шины	Ширина профиля	Профиль шины %	Диаметр обода, дюйм	Диаметр обода, мм	Диаметр колеса, мм	Масса колеса, кг
8.25 R20	203	125	20	508	962	56,2
245/70R19.5	245	70	19,5	495	838	47,9
265/70R19.5	265	70	19,5	495	866	52,7.[1]

Вывод по разделу:

В пролете шириной 24 м размещаются ремонтные отделения и другие вспомогательные помещения. Для входа/выхода сотрудников имеются два выхода. Эксплуатация автомобиля с другими типами шин запрещается заводом изготовителем, так как это может в некоторых режимах эксплуатации привести к аварийной ситуации..[17]

2 Конструкторская часть

2.1 Техническое задание на разработку устройства

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

Анализ рынка устройств 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 устройств, помогает избежать повторения недостатков и повысить уровень безопасности.

- Анализ экономической целесообразности: сравнительная оценка стоимости и эффективности использования различных моделей устройств позволяет определить наилучшее соотношение цены и качества.

Далее «определим технические ограничения связанные с условиями эксплуатации проектируемой тележки.

Тележка для демонтажа и транспортировки колес будет применяться [3] в помещениях с твердым покрытием пола. Желательно предусмотреть возможность кратковременной эксплуатации тележки на улице недалеко от

производственного корпуса. Поэтому температурный диапазон эксплуатации тележки следует принять в интервале $-10...+50^{\circ}\text{C}$.

Назначение тележки – снижение физических нагрузок рабочих при демонтаже и монтаже колес грузовых автомобилей, и повышение уровня травмобезопасности данных работ.

Также тележка может использоваться в ремонтном отделении при снятии и установке колес на автобус, а также на стенд динамической балансировки и шиномонтажный стенд. Габариты тележки должны позволять ей свободно проходить в двери шириной 1400 мм. При эксплуатации тележки необходимо исключить ее присоединение к любым коммуникациям, так как это ограничивает зону эксплуатации и уменьшает удобство эксплуатации.

Размеры колес, которые гарантированно должна обслуживать тележка, приведены в таблице 5.» [3]

2.2 Техническое предложение на разработку конструкции тележки

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

Стенд Comras WD 800 (рисунок 3). Конструкция стенда выполнена из прочной стали и покрыта полимерно-порошковым покрытием:

- «перемещение и обслуживание до 2-х колес одновременно;
- грузоподъемность 800 кг;
- раздвижные опоры для колес диаметром 545 - 1278 мм;
- высота подъема 665 мм;
- удобное расположение цилиндра - не препятствует обслуживанию и работе; » [4]

- «двойные ролики, установленные на каждой из 2-х опор для обслуживаемых колес позволяют вращать и позиционировать отдельно каждое из колес, размещенных на опорах;
- вес тележки 136 кг;
- цена 26000 рублей.



Рисунок 3 – Гидравлическая тележка ComrasWD 800

Стенд состоит [4] из жесткой рамы с опорами и оснащен опорами для уменьшения вибраций и повышения устойчивости устройства. Компактные габариты (1030 x 1060 x 1230 мм) и масса 90 кг, позволяет сэкономить занятую площадь в ремонтной зоне.

Преимущества:

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

Недостатки:

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

В «поиске была найдена еще одна интересная конструкция тележки, а именно тележка СОРОКИН 9.66. Внешний вид тележки представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Тележка для перевозки и монтажа колес СОРОКИН 9.66

Данная тележка также имеет гидравлический привод и может обслуживать сразу два колеса.

Технические характеристики» [17]

- Привод: ручной, полноповоротный.
- Габариты: 1270 x 925 x 980 мм.
- Масса: 95 кг.
- Угол поворота: 360°.

Преимущества

- Компактные размеры и малая масса.
- Универсальность применения.

Недостатки

- Ручной привод:
- Отсутствие автоматизации:

Стенд LP-M7 (рисунок 5) предназначен для разборки и сборки задних мостов и других агрегатов с массой до 700 кг. Устройство оснащено механическим приводом. Поворот колес на 360° для удобства доступа ко всем частям. Стенд стационарный, его масса составляет 106 кг



Рисунок 5 – Стенд LP-M7

Технические характеристики

- Грузоподъемность: 0,7 т.
- Габариты: 282 x 1080 x 1425 мм.
- Масса нетто: 96 кг.

Преимущества:

- Высокая грузоподъемность
- Ручной привод
- Полный угол поворота

Недостатки:

- Стационарность
- Высокая стоимость

Анализ представленных на рынке стенов (CompacWD 800, СОРОКИН 9.66, LP-M7) показал, что существующие модели обладают различными характеристиками и удовлетворяют потребности ремонта в определенных условиях. Выявлены следующие ограничения: необходимость физических усилий при ручном приводе, ограниченная мобильность стационарных устройств, высокая стоимость и энергоемкость электромеханических моделей.

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. Для этого в таблицу 8 снесены технические характеристики рассмотренных выше моделей.

«Выявим удачные конструкторские решения в выбранных образцах, и построим свою конструкцию на базе этих решений. Тележки имеют несущую основную раму на четырёх колесах, задние из которых являются управляемыми. Такое решение повышает маневренность тележки, и облегчает ее позиционирование под снимаемым/устанавливаемым колесом. Для обеспечения возможности проворачивания колес во время установки колеса поднимаются на проворачиваемых роликах. В первом варианте тележки проворачиваемые ролики установлены на подъемной раме, во втором случае ролики поднимаются поворотным механизмом. Решение с подъемной рамой более сложное, но с его помощью получается реализовать большую высоту подъема колес, что и необходимо по заданию. Оба варианта тележек имеют привод подъема в виде гидроцилиндра приводимым в действие ручным гидронасосом. Решение достаточно рациональное, такая конструкция может работать мобильно и не требует подключения к энергоснабжению.

Таким образом, проведем конструирование тележки в которой основная рама имеет 4 колеса (два из которых управляемые и расположены ближе к оператору). На подвижную раму устанавливаем конвейерные ролики, как опору для поднимаемых колес. Это обеспечит возможность проворота колес на некоторый угол в поднятом состоянии. Подъем подвижной рамы будем проводить с помощью гидроцилиндра под действием ручного гидронасоса. Движение подвижной рамы по основной раме реализуем движением роликов по направляющим. Для уменьшения стоимости гидронасоса используем гидронасос одностороннего действия, а для надежного опускания, особенно ненагруженной тележки, обеспечим давление в штоковой полости от сжатого» [8] «воздуха в ресивере.

Обеспечим такое крепление гидронасоса, что его поворот позволит левшам удобно работать с тележкой.»[2]

2.3 Расчет основных элементов конструкции

2.3.1 Выбор типа несущих колес тележки

«Согласно данным таблицы 4, используют три типа колес, с внешними диаметрами от 838 до 962 мм. Самым тяжелым является колесо 8.25R20, его масса 56,2 кг. Предлагается, как и в аналогах, транспортировать по 2 колеса, тогда максимальная нагрузка на тележку составит 120 кг (с небольшим запасом). При этом если будет транспортироваться колесо большего размера, то будет перевозиться одно колесо.

Определив максимальную нагрузку на тележку от колес и зная ориентировочный вес тележки, можно вычислить максимальную нагрузку на одно транспортное колесо тележки. При этом учтем возможность того, что рабочий может случайно наступить на тележку (случайное постороннее воздействие). Усилие, действующее на одно транспортное колесо тележки, определим как четвертую часть веса двух наиболее тяжелых колес:

$$F_k = (120 + 50) / 4 + 100 = 143 \text{ кг}$$

Поворотные колеса тележки устанавливаем серии 235231, они имеют грузоподъемность 170 кг, что соответствует условиям нагружения. Эти колеса изготовлены из серой немаркой резины, жесткостью 85+/-3 шор. Колеса серии 235231 имеют встроенный механизм стояночного тормоза. Передние неуправляемые колеса тележки устанавливаем серии 234611, их грузоподъемность составляет 170 кг. Внешний вид колес на рисунке 6, основные размеры в таблице 5. » [8], [26]



Рисунок 6 -Колеса серии 235231 и 234611

Основные параметры выбранных колес серии 235231 и 234611, полученные с интернет-сайта [8].

Таблица 5 – Основные параметры колес серии 235231 и 234611

										Серия
150	40	182	100x85	80x60	9	37	120	грузопод-ть колеса, кг	вес колеса, кг	
150	40	182	100x85	80x60	9	37	-	170	1,60	235231
150	40	182	100x85	80x60	9	37	-	170	1,45	234611

2.3.2 Определение базовых размеров конструкции проектируемой тележки

«Определить основные конструктивные размеры тележки можно из анализа объекта транспортировки, которым является колесо грузового автомобиля. Размеры колес, используемые на автобусах, приведены в таблице 18. Конструкция должна быть реализована так, чтобы перечисленные размеры колес можно было обслуживать, при этом естественно возникнет возможность работы с колесами меньшего и большего размера. Построения будут вестись на виде спереди (рисунок 7). [13]

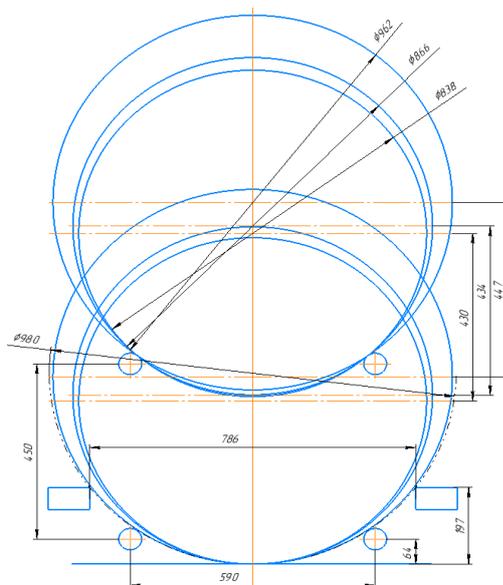


Рисунок 7 - Графические построения для определения базовых размеров и характеристик проектируемой тележки

После выбора несущих колес, имеется возможность (задавшись предварительным размером сечения основной рамы) разместить по высоте положение сечения основной рамы. Верхнюю плоскость основной рамы размещаем на высоте 197 мм. Задавшись максимальным возможным диаметром обслуживаемых колес в 980 мм, получаем, что расстояние между сечениями основной рамы должно быть не менее 786 мм. Закладываем этот размер 790 мм, что обеспечит некоторый зазор между колесом и рамой. Полученный размер так же вполне приемлем для определения ширины тележки с точки зрения прохождения тележки в двери шиноремонтного отделения и склада шин.

Отображаем на схеме диаметры обслуживаемых колес и определяем положение осей конвейерных роликов, на которых будем поднимать колеса. Оси роликов разместим на высоте 64 мм, и тогда расстояние между осями получим 590 мм.»[8].

«Высота подъема определяется характеристиками гидроцилиндра. Длинноходовые гидроцилиндры достаточно дороги, поэтому выбираем длину хода в 250 мм. Построим положение роликов в поднятом положении,

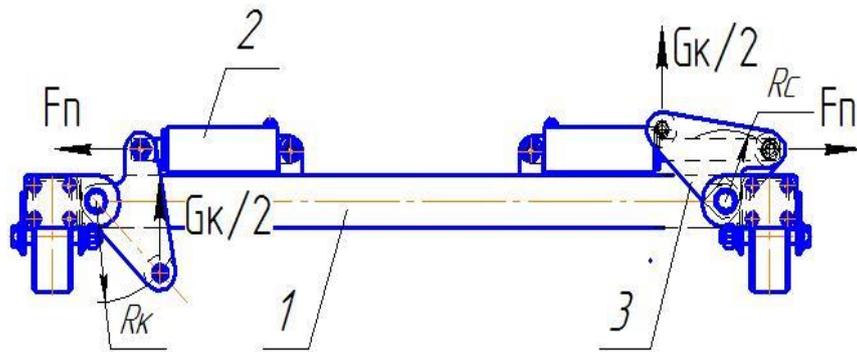
разместим на них диаметры обслуживаемых колес, и получим реализуемые тележкой высоты подъемов колес. Высоты подъема колес приведены в таблице 6. [23]

Таблица 6 – Типоразмеры обслуживаемых колес и высоты подъема

Обозначение шины	Ширина профиля	Профиль шины %	Диаметр обода, мм	Диаметр колеса, мм	Высота подъема, мм	Число транспорт.колес
8.25 R20	203	125	508	962	447	2
245/70R19.5	245	70	495	838	430	2
265/70R19.5	265	70	495	866	434	2» [4]
R max	-	-	-	980	450	1

«2.3.3 Выбор сечения подвижной рамы

Наиболее тяжелый режим нагружения происходит на подвижной раме, которая имеет пространственную конструкцию. На нее воздействуют нагрузки от веса двух колес на каждую сторону рамы, и случайное воздействие на одну сторону рамы. Реакции опор на подвижную раму следующие: четыре силы от направляющих роликов (в общем случае реакции в двух плоскостях) и направленная вверх сила от штока гидроцилиндра. Таким образом, в общем виде это пространственная задача с 9 неизвестными (две из которых равны нулю), и в итоге имеем одну степень неопределенности в системе уравнений. Для решения такой задачи необходимо вводить учет прочности сечений конструкции. Это невозможно на начальном этапе проектирования, поэтому сведем задачу к плоской. Поэтому будем считать равными усилия в правой и левой сторонах рамы. Полученная упрощенная схема нагружений приведена на рисунке 8»[18].



1 – Рама; 2 – Гидроцилиндр; 3 – Рычаг привода

F_n – усилие подъема; G_k – масса груза;

R_k – радиус рычага опоры; R_c – радиус рычага привода;

Рисунок 8 – Упрощенная расчетная схема нагружений в раме тележки

Такая «задача решается стандартными методами теоретической механики, путем составления системы уравнений равновесия сил и моментов (15). [14]

$$\sum F_x=0, \sum F_y=0, \sum M_i=0 \quad (15)$$

Решая представленную систему, получаем значения реакций:

$$R=F+F+F_1=600+600+1000=2200 \text{ Н}$$

$$R_1=R_2=(1000 \cdot 0,575+600 \cdot 0,435+600 \cdot 0,175+2200 \cdot 0,09)/0,48=2373 \text{ Н}$$

Определив реакции опор, строим эпюры изгибающих моментов, сил сжатия, среза в сечениях подвижной рамы тележки, на рисунках 9 и 10.

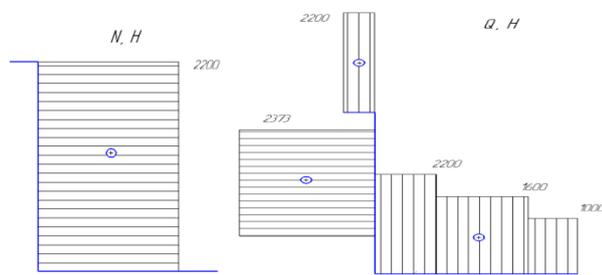
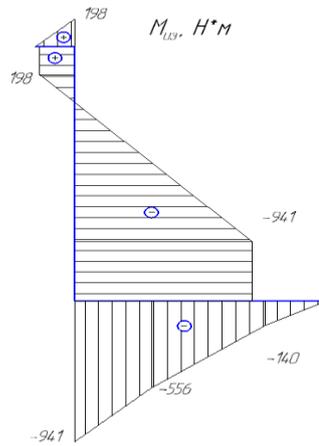


Рисунок 9 –Эпюры сил сжатияи и среза в подвижной раме тележки»[21]



«Рисунок 10 –Эпюра изгибающих моментов в подвижной раме тележки

Из анализа эпюр получаем расчетные усилия в роликах 2373 Н, а максимальный изгибающий момент в сечениях рамы 941 Н·м.

Зная максимальные нагрузки, из условия достаточной прочности конструкции, определим необходимое сечение вил подвижной рамы.

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \geq [\sigma] \quad (16)$$

Откуда получаем:

$$W \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{941}{140 \cdot 10^6} = 6,72 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \quad (17)$$

где $[\sigma]$ – максимально допустимое напряжение изгиба в сечении подвижной рамы, согласно справочных данных для Ст5 $[\sigma]=140\text{МПа}$

Сечение вил подвижной рамы должно иметь момент сопротивления не меньше $6,72 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$. Конструктивно это должен быть равнополочный уголок. Из таблиц справочника [2] выбираем равнополочный уголок 7х6 ГОСТ 8509-97, что обеспечит необходимую прочность сечения. [27]

Сечение вертикальной стойки подвижной рамы испытывает такую же нагрузку на изгиб, и следовательно должно иметь момент сопротивления не меньше $6,72 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$. Конструктивно это должна быть прямоугольная труба.

Из»[21] «таблиц справочника [34] выбираем профиль 60x40x3 ГОСТ30245-2003. Данное соединение является наиболее нагруженным и поэтому в этом месте необходимо применить локальное усиление в виде треугольной накладки (ребро жесткости).

2.3.4 Выбор необходимого гидроцилиндра

Рабочее усилие на подъем равно весу двух самых тяжелых колес из обслуживаемых, плюс вес подвижной рамы, и составляет 120 кг. Это соответствует усилию в 1177 Н.

Введя ограничение на максимальное рабочее давление (P_{\max}) в 1,2 МПа площадь поршня можно определить по формуле:

$$F = F_{\text{пр}} / P_{\max} \quad (18)$$
$$F = 1177 / 1,2 \cdot 10^6 = 9,81 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Минимальный диаметр цилиндра можно определить по формуле:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{F}{\pi}} \quad (19)$$
$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{0,000981}{3,14}} = 35,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Зная минимальный диаметр поршня, выбираем для тележки гидроцилиндр компании GIDROLASTMF4-40/22 с диаметром поршня $D = 40$ мм. Эти гидроцилиндры выпускает завод гидравлического оборудования «Гидроласт» в г.Старый Оскол. Точно не известно, насколько велика у завода локализация производства, но гидроцилиндр не импортный и производится в РФ. [15]

Рабочее давление для гидроцилиндров MF4-40/22 составляет, по данным сайта завода изготовителя[14], 16 – 35 МПа. Габаритные и присоединительные размеры гидроцилиндра приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Величины размеров гидроцилиндра GIDROLASTMF4-40/22»[21],

D, мм	d, мм	K, дюйм	X, мм	A, мм	L2, мм	L1, мм	E, мм	N, мм	M мм
40	22	G 3/8	M16*1,5	126	17	20	9	82	100

«Определим объем поршневой полости гидроцилиндра, используя формулу расчета объема цилиндра:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L}{4} \quad (20)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 0,04^2 \cdot 0,45}{4} = 0,565 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Объем штоковой (обратного хода) полости гидроцилиндра составляет:

$$V_{ox} = V - \frac{\pi \cdot D_{ш}^2 \cdot L}{4} \quad (21)$$

$$V_{ox} = 0,565 \cdot 10^{-3} - \frac{3,14 \cdot 0,022^2 \cdot 0,45}{4} = 0,394 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Зная рабочий объем гидроцилиндра, назначаем рабочий объем бака гидронасоса не меньше чем $0,565 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ или 0,565 л.

Для выбранного гидроцилиндра максимальное давление подъема, с учетом случайного воздействия, составит:

$$P_{\max} = \frac{4 \cdot (F_{np} + F_{\epsilon})}{\pi \cdot D^2} \quad (22)$$

$$P_{\max} = \frac{4 \cdot (1177 + 1000)}{3,14 \cdot 0,04^2} = 1,72 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Рабочее давление подъема равно:

$$P = \frac{4 \cdot 1177}{3,14 \cdot 0,04^2} = 0,94 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

При опускании ненагруженной подвижной рамы в нижнее положение, из-за малого веса этой рамы, может возникнуть зависание. Для исключения этого явления подадим воздух под давлением в штоковую полость гидроцилиндра. Такое решение снимает жесткое ограничение по размещению бак с маслом ниже нижнего присоединительного патрубка гидроцилиндра.

Зададим величину возвратного усилия, создаваемого давлением в штоковой полости, равным $F_B=100$ Н. Тогда необходимое давление можно определить по формуле:

$$P_\epsilon = \frac{F_\epsilon}{S_{ш}} = \frac{4 \cdot F_\epsilon}{\pi \cdot (D^2 - D_{ш}^2)} = \frac{4 \cdot 100}{3,14 \cdot (0,04^2 - 0,022^2)} = 0,11 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad (23)$$

Для выбора конкретного ресивера необходимо определиться с его объемом. При выполнении операции подъема колес, воздух из штоковой полости вытесняется в ресивер, суммарный объем, занимаемый воздухом, уменьшается, и в результате этого давление увеличивается. Примем условие, что давление может увеличиться на более чем на 15%. Используя закон Бойля — Мариотта, запишем соотношение объемов и давлений в штоковой полости и ресивере в крайних положениях поршня. [28]

$$P \cdot (V_{ox} + V_p + V_{ш}) = P \cdot 1,15 \cdot (V_p + V_{ш}), \quad (24)$$

где $V_{ш}$ - внутренний объем присоединительного шланга;

V_p - объем ресивера.

Преобразуя уравнение 57, определим выражение для минимального объема ресивера.»[21],

$$V_p \geq \frac{V_{ox}}{0,15} - V_{ш} \quad (25)$$

«Если диаметр шланга будет 5 мм, а длина не менее 300 мм, то внутренний объем будет $5,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$. Тогда из выражения 58 объем ресивера должен быть не менее:

$$V_p \geq \frac{150 \cdot 10^{-6}}{0,15} - 5,9 \cdot 10^{-6} = 994 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Выбираем для установки на тележку ресивер 40N3L080A0150M производства завода "КАМОЦЦИ ПНЕВМАТИКА" г. Симферополь 40N3L063A0280M объемом 1л ($1000 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$). Допустимое рабочее давление ресивера 1МПа. Ресивер изготавливается в РФ, комплектующие из недружественных стран для его изготовления не требуются. Возможны только ограничения на использование интеллектуальной собственности, т.к. конструкция возможно запатентована итальянскими разработчиками. Но в настоящее время» [21], в Российской Федерации на период «проведения СВО защита авторских прав иностранных авторов приостановлена.

2.3.5 Выбор насоса для привода гидроцилиндра тележки

Для подъема подвижной рамы надо создать давление в поршневой полости гидроцилиндра (согласно расчета 0,94 МПа). Объем бака в гидросистеме должен быть минимум на 20% больше чем рабочая полость гидроцилиндра (согласно расчета 0,565 л). Исходя из этих ограничений, выбираем ручной насос для гидроинструмента марки НРГ-7010 производства СТС-Холдинг. Это широко используемый насос, выпускаемый в РФ по ТУ 28.12.16-001-18942352-2019. [11]

В насосе НРГ-7010 имеется встроенный бак с маслом. Рабочий объем этого встроенного бака 0,8 л. Внутри бака установлен масляный фильтр и клапан сброса. Скорость сброса масла регулируется дросселем. В таблице 8 приведены основные характеристики насоса, согласно данным инструкции по эксплуатации [15].

Таблица 8 – Характеристики насоса НРГ-7010» [1],

Модель	Номин. объем бака, л	Полезный объем бака, л	Давление, МПа 1-я /2-я ступень	Производительность 1-я /2-я ступень, см ³ /дв. ход	Масса без масла, кг	Габариты, (мм) ДхШхВ
НРГ-7010	1	0,8	1,38/70	13/2,8	8,2	136x710x152

«Зная из таблицы 8 производительность 1 ступени насоса (V_n) и объем поршневой полости гидроцилиндра ($V_{ц}$) определим число ходов насоса для подъема колес на максимальную высоту:

$$N = V_{ц} / V_n = 565 \cdot 10^{-6} / 13 \cdot 10^{-6} = 42 \quad (26)$$

Таким образом, для подъема колес на максимальную высоту оператору потребуется не более одной минуты работы с насосом. Необходимое прилагаемое усилие ($L_n = 0,131$ м):

$$F_n = \frac{P_{\max} \cdot Q_n}{L_n} = \frac{(P + P_e \cdot 1,15) \cdot Q_n}{L_n} \quad (27)$$

$$F_n = \frac{(0,94 \cdot 10^6 + 0,11 \cdot 10^6 \cdot 1,15) \cdot 13 \cdot 10^{-6}}{0,131} = 105 \text{ Н}$$

Следовательно, при подъеме двух колес максимальной массы рабочему необходимо прикладывать усилие к рукоятке насоса 105 Н. При других нагрузках необходимое усилия будет меньше.

Таким образом, прилагаемое рабочим усилие к рукоятке насоса составляет не более 94 Н.

2.4 Оценка технико-экономических характеристик проекта

Проведем сравнение спроектированной тележки для монтажа и транспортировки колес с тележками близкими по характеристикам. Это

описанные в пункте 2.2 тележки Comras WD 800, СОРОКИН 9.66 и LP-M7. Сравнение будем проводить по следующим параметрам: цена (себестоимость), грузоподъемность, максимальный диаметр колеса, максимальная высота подъема, масса.

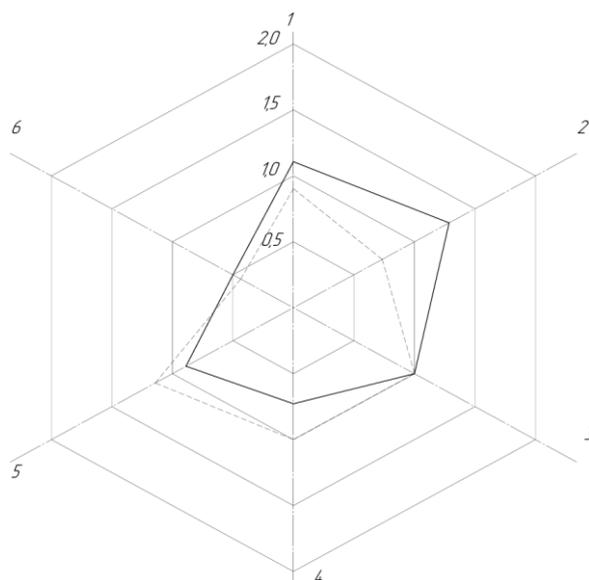
В качестве базовой для сравнения выбираем тележку СОРОКИН 9.66, так как ее характеристики более близки к требуемым по заданию, а тележка Comras WD 800 значительно превосходит задание по грузоподъемности. Характеристики всех тележек заносим в таблицу 9.

Параметры цена и масса при анализе обрабатываются как обратные, так как эти параметры желательно иметь меньше, а не больше.»[22] Исходя из представленной информации необходимо выбрать стенд со средними значениями, принятый за базовый. В данном случае принимается стенд СОРОКИН 9.66. 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. При помощи программного обеспечения Компас-3D вычисляется площадь фигуры, результаты расчетов которых приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Площади фигур

Модель	Площадь многоугольников, мм ²
Стенд Comras WD 800	22015
Стенд СОРОКИН 9.66	25980
Стенд LP-M7	19164

Анализируя таблицу 9, приходим к выводу, что стенд модели СОРОКИН 9.66 обладает наиболее предпочтительными характеристиками, так как площадь фигуры больше, чем у остальных. На рисунке 11 приведена построенная циклограмма.



«Рисунок 11 – Циклограмма

Выводы по разделу: Спроектированная тележка по сравнению с базовой (СОРОКИН 9.66), имеет близкие показатели по характеристикам «максимальный диаметр колес», «масса» и «цена», и значительно превосходит по показателю «максимальная высота подъема.»[4],

3. Технологический процесс операций снятия/установки колес

3.1 Общие положения

«Порядок снятия и установки колеса на автобус НЕФАЗ-5299-40 подробно изложен в [18, стр.127-128]. Снятие и установка в место расположения на автомобиле запасного колеса также подробно описано в [31]. В инструкции так же изложены меры безопасности, которые необходимо соблюдать при выполнении этих операций. При разработке технологических карт на снятие и установку колеса. не будем повторять инструкцию, а проведем разработку технологической операции выполняемой на посту текущего ремонта с использованием спроектированной в конструкторском разделе тележки.

Будем рассматривать операцию снятия и установки колеса с автомобиля на посту текущего ремонта и транспортировку колеса в шиноремонтное отделение.

3.2 Требования к исполнителям операции

Операцию выполняют слесари по ремонту автомобилей или слесарь шиноремонтного отделения. Рабочие должны быть обучены проведению данной операции, и своевременно проходить инструктажи по безопасному проведению работ.

К выполнению операции допускаются рабочие не моложе 18 лет, прошедшие предварительный»[4], (при поступлении на работу) и периодический (в течение трудовой деятельности) медицинский осмотр, и обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в установленном порядке.

3.3 Разработка технологической карты на операции снятия и установки колес

«Согласно инструкции [10] общий порядок выполнения операции» [29], следующий:

- затормозить транспортное средство стояночным тормозом;
- выключить зажигание (перекрыть подачу топлива в транспортном средстве с дизельным двигателем);
- установить рычаг переключения передач (контроллера) в нейтральное положение;
- под колеса подложить не менее двух специальных упоров (башмаков);
- на рулевое колесо вывесить запрещающий комбинированный знак безопасности с поясняющей надписью «Двигатель не пускать! Работают люди» (на транспортных средствах, имеющих дублирующее устройство для пуска двигателя, аналогичный знак необходимо вывесить и на дублирующее устройство);
- «ослабить гайки крепления колеса;
- подвести под мост канавный подъемник и вывесить колесо на 100-150 мм от пола;
- подвести тележку под колесо, и приподнять подвижную раму до фиксации со снимаемым колесом;
- открутить гайки крепления колеса;
- еще немного приподнять подвижную раму и осторожно, покачивая из стороны в сторону, откатить немного тележку с колесом от автомобиля;
- зафиксировать колесо на тележке с помощью цепочки;
- опустить колесо на тележке в транспортное положение (примерно 50-100 мм от пола);
- отвезти колесо на тележке в шиноремонтное отделение;

- выгрузить колесо с тележки в шиноремонтном отделении.» [4],

«Установка колеса на ступицу автомобиля производится в обратной последовательности описанных выше переходов, но при этом имеются следующие особенности.

Затяжку гаек крепления колеса нужно проводить в последовательности, как показано на рисунке 12.



Рисунок 12 – Очередность затяжки гаек крепления колеса

В таблице 10 приведена технологическая карта на проведение операций снятия-установки колес автобусов НЕФАЗ-5299 с использованием спроектированной тележки.

Таблица 10 - Технологическая карта операции снятия колеса

№ п/п	Наименование операции, перехода	Место выполнения	Исполнитель	Оборудование	Трудоемкость, мин.	Примечание
1	Снятие колеса, общая трудоемкость 25 мин.					
1.1	Взять тележку в шиноремонтном отделении с визуальным осмотром тележки на безопасность эксплуатации	Произв. корпус	Слесарь 2 р.	Тележка	4,0	-»[4],

Продолжение таблицы 10

1.2	Проверить постановку транспортного средства на канаве	Пост ТР	Слесарь 2 р.	Противоткатные упоры	1,5	Предупреждающий плакат
1.3	Поднять мост грузовика, и установить предупреждающий плакат	Пост ТР	то же	Канавный подъемник	5,0	Предупреждающий плакат
1.4	Установить тележку под колесо	Пост ТР	то же	Тележка	1,5	-
1.5	Открутить гайки крепления колеса	Пост ТР	то же	Гайковерт	5,0	-
1.6	Снять колесо со ступицы	Пост ТР	то же	Тележка	2,5	-
1.7	Закрепить колесо для транспортировки	Пост ТР	то же	Тележка	0,5	-
1.8	Транспортировать на шиномонтажное отделение	Произв. корпус	то же	Тележка	5,0	-
	Итоговая трудоемкость	-	то же	-	25,0	-
2	Установка колеса, общая трудоемкость 30 мин.					
2.1	Получить колесо (склад, шинное отделение)	Склад или шинное отделение	Слесарь 2 р.	Тележка	5,0	-
2.2	Транспортировка	Произв. корпус	то же	Тележка	5,0	-
2.3	Установка и подгонка тележки под колесную ступицу	Пост ТР	то же	Тележка	4,0	-
2.4	Крепеж колеса на ступицу	Пост ТР	то же	Гайковерт	5,0	Момент затяжки 550-600 Н*м
2.5	Освободить тележку	Пост ТР	то же	Тележка	1,0	-
2.6.	Опустить мост автобуса, снять предупреждающий плакат	Пост ТР	то же	Канавный подъемник	3,0	-
2.7	Установить заданное давление воздуха в колесе	Пост ТР	то же	Компрессор	3,0	Таблица норм. давлений в шинах
2.8	Возвратить тележку, инструменты на места хранения	Пост ТР	то же	Тележка	4,0	-
	Итоговая трудоемкость	-	то же	-	30,0	-

«Выводы по разделу: При установке колеса на ступицу для обеспечения совпадения отверстий на диске со шпильками на ступице, необходимо повернуть колесо на тележке на необходимый угол. Это легко выполняется, так как колесо на тележке стоит на опорных роликах.

4 Экономическая эффективность проекта

Все механические конструкции, включая оборудование, предназначенное для разборки» [4], 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. [29]

Материалоемкость отражает затраты на сырьё и материалы, включая металлоконструкции, крепёжные элементы и расходные материалы, которые необходимы для изготовления станда. Это ключевой показатель, влияющий на себестоимость производства и эксплуатационные расходы.

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 станда, его наладку и возможное обучение персонала по его эксплуатации.

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.

4.1 Расчёт затрат на проектирование станда

Месячная тарифная ставка инженера 35000 р. Среднемесячная часовая

норма выработки 164 ч.

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

$$T_m = \frac{T_{мес}}{N}, \quad (28)$$

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

N – среднемесячная часовая норма выработки, ч.

$$T_T = \frac{35000}{164} = 213,41 \text{ р.}$$

По этим данным произведён расчёт основной заработной платы работников конструкторского бюро, который показан в виде таблицы 11.

Таблица 11 – Расчёт основной заработной платы

Элементы расходов	Величина затрат
Часовая тарифная ставка, р.	213,410
Премия 35 %, р.	74,690
Заработная плата за час работы, р.	288,1
Итого основная заработная плата в месяц А, р.	47248,4

Отчисления на социальные нужды

$$P_{CH} = A \cdot k_1, \quad (29)$$

где k_1 – коэффициент, учитывающий эти отчисления.

$$k_1 = 0,31.$$

$$P_{CH} = 47248,4 \cdot 0,31 = 14647,004 \text{ р.}$$

Итого общий фонд оплаты труда проектного бюро с отчислениями

$$P_{OT} = A + P_{CH}, \quad (30)$$

$$P_{OT} = 47248,4 + 14647,004 = 61895,404 \text{ р.}$$

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

$$P_{\Pi} = A \cdot 0,9, \quad (31)$$

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

Расчёт затрат в рублях на проектирование стенда сведены в таблицу 12.

Таблица 12 – Расчёт затрат на проектирование стенда

Элементы расходов	Величина затрат
Основная заработная плата	47248,4
Отчисления на социальные нужды	14647,004
Прочие расходы	42523,56
Всего	104418,964

Расчет стоимости материалов для стенда приведен в таблице 13.

Таблица 13 - Затраты на сырье и материалы

№	Наименование материала	Ед. изм.	Норма расхода	Ср. цена за ед.	Сумма, руб.
1	Труба прямоугольная 100x40 ГОСТ 30245-2003	п.м	3,8	870	3306
2	Швеллер 65x36x4 ГОСТ 8278-83 Ст3	п.м	2,5	436	1090
3	Уголок 100x100x6.5 ГОСТ 8509-93	п.м	1,3	706	917,8

Продолжение таблицы 13

4	Пруток Ст3d36	кг	0,9	180	162
5	Листовой металл в асс. Ст3	м ²	0,45	1300	585
6	Эмаль ЛЮКС универсальная ПФ-115	кг	0,4	540	216
7	Антикоррозийная грунтовка по металлу	кг	0,4	350	140
8	Литол-24 ГОСТ 21150-87	кг	0,05	290	14,5
9	Прочие материалы	-	-	250	250
ИТОГО					6681,3
Транспортно-заготовительные расходы					334,07
Реализация отходов					233,85
ИТОГО с транспортировкой					6781,52

«Расчет проводят с использованием следующего выражения:

$$П_{и} = Ц_{i} \cdot n_{i} (1 + K_{тз}), \quad (32)$$

где $Ц_{i}$ - цена изделия (по данным интернет-сайтов на осень 2022), руб.;

n_{i} - норма расхода»[4] изделий по спецификации.

4.2 Расчёт затрат по сборке стенда

Средний разряд работников по сборке стенда – пятый. Расчёт заработной платы работников приведён в таблице 14 [13].

Таблица 14 – Расчёт заработной платы работников по сборке стенда

Элементы расходов	Величина затрат
Трудоемкость, человеко-ч	450
Часовая тарифная ставка слесаря пятого разряда, р.	104,310
Доплата за тяжелые и вредные условия труда 3,5 %, р.	3,650
Премия за высокое качество 20 %, р.	20,862
Основная заработная плата за час работы, р.	128,822
Итого основная заработная плата Б, р.	57969,9

Дополнительная заработная плата определяется по выражению

$$P_{\text{ДП}} = B \cdot k_2, \quad (33)$$

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

k_2 – коэффициент, учитывающий отпуска работников. $k_2 = 0,15$.

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

Отчисления на социальные нужды

$$P_{\text{СН}} = (B + P_{\text{ДП}}) \cdot k_1, \quad (34)$$

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

Итого общий фонд оплаты труда работников по сборке станда-
кантователя с отчислениями

$$P_{\text{ОТ}} = B + P_{\text{ДП}} + P_{\text{СН}}, \quad (35)$$

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

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

$$P_{\text{СО}} = B \cdot k_3 + B \cdot k_4, \quad (36)$$

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

k_4 – коэффициент, учитывающий возмещение износа специального
инструмента и оснастки. $k_4 = 0,04$. [20]

$$P_{\text{СО}} = 57969,9 \cdot 0,2 + 57969,9 \cdot 0,04 = 13912,776 \text{ р.}$$

Транспортно-заготовительные расходы определяются из выражения

$$P_{ТЗ} = C \cdot k_5, \quad (37)$$

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

k_5 – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

$$k_5 = 0,02.$$

$$P_{ТЗ} = 19932,84 \cdot 0,02 = 398,656 \text{ р.}$$

Все расчеты сведены в таблицу 15.

Таблица 15 – Расчёт затрат по сборке стенда

Элементы расходов	Величина затрат
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	13912,776
Транспортно-заготовительные расходы	398,656
Всего	92947,592

Таблица 16 собирает в себя данные по затратам на проектирование.

Таблица 16 – Расчёт затрат на стенд

Элементы расходов	Величина затрат
Затраты на проектирование стенда	104418,964
Материалы	19933,02
Затраты, связанные со сборкой	92947,592
Итого	217299,576

По результатам расчетов затраты на проектируемый стенд 217299,576 руб. При этом следует учесть, что это затраты на первый месяц работы, а значит в дальнейшем на производство такого стенда будет тратиться 112880,612 руб., так как исчезнут затраты на проектирование стенда. При средней стоимости аналогичных видов оборудования в 197808 руб. делаем вывод, что проект является экономически выгодным.

«Выводы по разделу:

Таким образом, изготовление тележки силами ремонтных отделений АТП позволит сэкономить порядка 2,5 тысяч рублей по сравнению с закупкой тележки СОРОКИН 9.66, что составляет примерно 10% от стоимости. Это не слишком много и изготовление тележки можно признать целесообразным в случае низкой загрузки из-за кризисных явлений ремонтных подразделений АТП»[9]. Так же следует отметить, что «производится сравнение себестоимости единичного изготовления тележки, ценой тележки изготовленной по мелкосерийной технологии. Совершенно очевидно, что если организовать мелкосерийное производство спроектированной тележки, то стоимость комплектующих и материалов можно уменьшить, что приведет к уменьшению себестоимости изготовления.»[3]

Заключение

В данной работе рассмотрены вопросы по проектированию стенда для ремонта автобусов НЕФА3-5299-40.

Первый раздел посвящен организации ремонтного участка и определения программы ремонта. Для существующих производственных мощностей предприятия по итогам расчетов необходимое количество автобусов составило 125 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 м²), складских (87 м²) и бытовых помещений (156 м²). Для работы в ремонтном цехе необходим штат из тринадцати слесарей, каждый из которых будет иметь квалификацию не ниже 4-го разряда. Рабочий процесс в ремонтном 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. Составлено техническое задание и спроектирован новый стенд для ремонта автобусов НЕФА3-5299-40. Произведены прочностные расчеты, построены эпюры сил, действующих на валы. Сформировано руководство по эксплуатации.

В третьем разделе разработан технологический процесс. Расчеты показали, что выбранное оборудование и технологические решения позволяют достичь требуемой производительности при соблюдении экологических норм и рациональном использовании ресурсов. Определены оптимальные режимы работы установки, минимизирующие расходы. [12]

Полученные результаты расчетов подтверждают техническую целесообразность и экономическую эффективность принятых проектных

решений. Разработанный участок способен обеспечить качественную диагностику автобусов различных типов и габаритов, сокращая время простоя транспорта и способствуя продлению срока службы автобусов. Результаты данного раздела служат основой для дальнейшего проектирования и реализации проекта[19]

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 47299,576 руб. При этом следует учесть, что это затраты на первый месяц работы, а значит в дальнейшем на производство такого стенда будет тратиться 112880,612 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. Автомобиль. Руководство по эксплуатации. С41R13-390210 РЭ [Электронный ресурс] : Нижний Новгород 2017 г. – Сайт URL: <https://azgaz.ru/upload/iblock/3cc/3cce2374602c218235b900a67a024580.pdf> (дата обращения 13.08.22).
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. / В.И. Анурьев.-М.: Машиностроение, 2006.
3. Афанасьев Л.Л., Маслов А.А., Колясинский Б.С. Гаражи и станции технического обслуживания автомобилей. (Альбом чертежей). 3-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1980.
4. Болбас М.М., Капустин Н.М., Сай А.С., Флерко И.М. Проектирование предприятий автомобильного транспорта. Расчет производственной программы и объема работ по техническому обслуживанию и ремонту транспортных средств. Методическое пособие. – Минск: БИТУ, 2012.
5. Бондаренко Е. В. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учеб. для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки бакалавров "Эксплуатация транспортно-технол. машин и комплексов" (профиль подготовки "Автомобили и автомобил. хоз-во") / Е. В. Бондаренко, Р. С. Фаскиев. - Гриф УМО. - Москва : Академия, 2015. - 302, [1] с. : ил.
6. Бычков В. П. Экономика автотранспортного предприятия [Электронный ресурс] : учебник / В. П. Бычков. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 404 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104787-3(online).
7. Виноградов, В. М. Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств : учеб. пособие / В. М. Виноградов, А. А. Черепяхин, В. Ф. Солдатов. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 346 с. : ил.

8. Володько О. В. Экономика организации [Электронный ресурс] : учеб.пособие / О. В. Володько, Р. Н. Грабар, Т. В. Зглюй ; под ред. О. В. Володько. - 2-е изд., испр. и доп. - Минск : Вышэйшая школа, 2015. - 399 с. - ISBN 978-985-06-2560-1.

9. Гапонов В.Д. Оборудование и оснастка для ремонта и ТО автомобилей – Л.: Лениздат, 1990. – 190 с.

10. Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора: Справочник / Р.И. Гжиров. – Л.: Машиностроение, 1984. 464 с.

11. Гидроласт – гидравлическое оборудование[Электронный ресурс] : [сайт]. — URL: <https://www.gidrolast.ru/> (дата обращения: 27.08.2022).

12. Головин С. Ф. Технический сервис транспортных машин и оборудования [Электронный ресурс] : учеб.пособие / С. Ф. Головин. - Москва :ИНФРА-М, 2017. - 282 с. - (Высшее образование.Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011135-3.

13. ГОСТ 17479.3-85. Классы вязкости гидравлических масел / Интернет– портал «Ваш дом.RU». -http://www.vashdom.ru/gost/17_479-85/ (дата обращения 30.09.22).

14. ГОСТ 8724-81. Резьба метрическая. Диаметры и шаги / База нормативной документации - <http://www.complexdoc.ru/gost/8724-81> (дата обращения 18.08.22).

15. Епишкин, В.Е. Проектирование станций технического обслуживания автомобилей : учеб.-метод. пособие по выполнению курсового проектирования по дисциплине «Проектирование предприятий автомобильного транспорта»/В.Е. Епишкин, А.П. Караченцев, В.Г. Остапец. Тольятти : Изд-во ТГУ, 2012. 195 с.

16. Живоглядов Н.И. Основы расчета, проектирования и эксплуатации технологического оборудования / Н.И. Живоглядов. – Тольятти: ТолПИ, 2002.

17. Иванов В. П. Оборудование и оснастка промышленного предприятия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. П. Иванов, А. В. Крыленко. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2016. - 235 с. : ил.

18. Колеса, опоры, ролики / [Электронный ресурс] // ЗАГЛЯНИ.RU : [сайт]. — URL: <https://www.zaglyani.ru/catalog/kolesa-opory-roliki/kolesnye-opory-povorotnye/tellure-rot/kolesnaya-opora-povorotnaya-tellure-rot-235231.html> (дата обращения: 24.09.2022).

19. Межгосударственный стандарт. Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные. Технические условия, ГОСТ 30245-2003 / зав. изд. отд. Л.Ф. Калинина. – М.: ФПУП ЦПП, 2004. 30 с. - сайт URL: <http://vsegost.com/Catalog/84/8428.shtml> (дата обращения 12.09.22).

20. Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ по программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, ТГУ, Тольятти: 2021.

21. Насос гидравлический с ручным приводом. Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс] : [сайт]. — URL: <https://mygidravlika.ru/wp-content/uploads/2019/08> (дата обращения: 27.08.2022).

22. Петин, Ю.П. Технологическое проектирование предприятий автомобильного транспорта : учеб.-метод. пособие / Ю.П. Петин, Г.В. Мураткин, Е.Е. Андреева. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2013. –103 с.

23. Савич Е. Л. Организация сервисного обслуживания легковых автомобилей [Электронный ресурс] : учеб.пособие / Е. Л. Савич, М. М. Болбас, А. С. Сай ; под ред. Е. Л. Савич. - Минск : Новое знание, 2017 ; Москва : ИНФРА-М , 2017. - 160 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-005681-4.

24. СП 12.13130.2009 Свод правил. Определение категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

[Электронный ресурс]: М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009 - сайт URL: <https://docs.cntd.ru/document/120007115> (дата обращения 14.09.22).

25. Тахтамышев Х. М. Основы технологического расчета автотранспортных предприятий [Электронный ресурс] : учеб.пособие / Х. М. Тахтамышев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 352 с. : ил. - (Высшее образование.Магистратура). - ISBN 978-5-16-011677-8.

26. Фещенко В.Н., Справочник конструктора. Комплект в двух книгах. Издание 2-е / В.Н. Фещенко, - М.: 2017.

27. Electric Vehicles: Perspectives and Challenges [Электронный ресурс] / Nicola Armaroli, Filippo Monti, Andrea Barbieri. - Электрон. журн. — Florence: Firenze University Press, 2019. - URL

28. Google Ngram Viewer. books.google.com

29. Modelling the Effect of Driving Events on Electrical Vehicle Energy Consumption Using Inertial Sensors in Smartphones [Электронный ресурс] / David Jiménez, Sara Hernández, Jesús Fraile-Ardanuy, и др. - Электрон. журн. - Switzerland: MDPI AG, 2018. - URL

30. Nerush YM Transport logistics : textbook. for Acad. bachelor / Yu. M. Nerush, S. V. Sarkisov, 2016. - - URL.

31. Fleet Transition from Combustion to Electric Vehicles: A Case Study in a Portuguese Business Campus [Электронный ресурс] / Bruno Pinto, Filipe Barata, Constantino Soares, Carla Viveiros.. - Электрон. журн. - Switzerland: Energies, 2020. — URL

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификация

	Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание	
Перв. примен.				<u>Документация</u>			
	A1		24.БР.ПЭА.238.6100.000СБ	Сборочный чертеж			
	A4		24.БР.ПЭА.238.6100.000ПЗ	Пояснительная записка			
				<u>Сборочные единицы</u>			
Слов. №		1	24.БР.ПЭА.238.6101.000	Рама в сборе	1		
		2	24.БР.ПЭА.238.6102.000	Колесо поворотное в сборе	2	SCd61	
		3	24.БР.ПЭА.238.6103.000	Колесо неповоротное в сборе	2	SCd63	
		4	24.БР.ПЭА.238.6104.000	Домкрат в сборе	1	TUNKK116P	
		5	24.БР.ПЭА.238.6105.000	Ролик в сборе	2		
Подл. и дата				<u>Детали</u>			
		7	24.БР.ПЭА.238.6100.007	Труба 90x90x920	1		
		8	24.БР.ПЭА.238.6100.008	Швеллер 70x60x827	2		
		9	24.БР.ПЭА.238.6100.009	Усилитель полоса 6x120x120	2		
		10	24.БР.ПЭА.238.6100.010	Кронштейн полоса 8x60x110	2		
		11	24.БР.ПЭА.238.6100.011	Кронштейн	2		
		12	24.БР.ПЭА.238.6100.012	Тяга полоса 6x30x450	2		
		13	24.БР.ПЭА.238.6100.013	Рычаг полоса 6x30x190	2		
		14	24.БР.ПЭА.238.6100.014	Кронштейн полоса 8x60	4		
		15	24.БР.ПЭА.238.6100.015	Труба ϕ 25x672	2		
		16	24.БР.ПЭА.238.6100.016	Труба ϕ 60x250	2		
		17	24.БР.ПЭА.238.6100.017	Труба 60x60x390	1		
				24.БР.ПЭА.238.6100.000			
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
	Инв. № подл.	Разраб.	Жуботов				Лит.
		Проб.	Доранкин				Лист
		Н.контр.	Доранкин				Листов
Утв.		Бобровский				1 3	
Тележка-съемник колес						ТГУ, ИМ	
						гр. ЭТКвз-1902ас	
Копирадал						Формат А4	

Рисунок А.1 – Спецификация на тележку-съемник колес

