

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)

13.03.03 Энергетическое машиностроение
(код и наименование направления подготовки)

Проектирование и эксплуатация автомобилей с гибридными силовыми установками
(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Универсальная станция технического обслуживания на 7000 автомобилей

Обучающийся

Т.И. Разахунов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук А.С. Тизилов

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

Консультанты

канд. ф-м. наук, Д.А. Романов

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

канд. экон. наук, Е.Г. Смышляева

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

Аннотация

Название Бакалаврской работы: «Универсальная станция технического обслуживания на 7000 автомобилей».

Выпускная работа состоит из введения, шести глав, заключения, таблиц, списка литературы, включая зарубежные источники, и графической части на 6 листах формата А1.

Ключевым вопросом бакалаврской работы является проектирование устройство для извлечения аккумуляторных батарей с гибридных автомобилей. В работе затрагивается проблема снятие и установки аккумуляторных батарей с гибридного автомобиля, поскольку аккумуляторная батарея расположена в багажном отсеке автомобиля, и чтобы облегчить процесс снятие и установки будет разработан гидравлический кран.

Целью работы является разработка станции технического обслуживания, в которой будет располагаться устройство для извлечения аккумуляторных батарей с гибридных автомобилей.

Бакалаврская работа может быть разделена на следующие логически взаимосвязанные части: технологический расчет станции технического обслуживания; объемно-планировочное решение производственного корпуса; сравнительный анализ существующих аналогов оборудования; экономический раздел; безопасность и экологичность.

В конце исследования мы представляем работу об успешном проектировании станции технического обслуживания на 7000 автомобилей, а также устройство для извлечения и установки аккумуляторных батарей с гибридных автомобилей. Подводя итоги, мы бы хотели подчеркнуть, что данная работа актуальна, особое внимания было уделено разработке гидравлического крана, данное устройство облегчит снятие аккумулятора с гибридного автомобиля.

Abstract

The title of the graduation work is “Universal service station for 7000 cars.”

The graduation work consists of an introduction, six chapters, a conclusion, tables, a list of references, including foreign sources, and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

The key issue of the thesis is the design of a device for removing batteries from hybrid cars. The work addresses the problem of removing and installing batteries from a hybrid car, since the battery is located in the luggage compartment of the car, and a hydraulic crane will be developed to facilitate the removal and installation process.

The goal of the work is to develop a service station that will house a device for removing batteries from hybrid vehicles.

The graduation work be divided into the following logically interconnected parts: technological calculation of a service station; space-planning solution for the production building; comparative analysis of existing analogues of equipment; economic section; safety and environmental friendliness.

At the end of the study, we present work on the successful design of a service station for 7000 vehicles, as well as a device for removing and installing batteries from hybrid vehicles. Thanks to this design of the hydraulic crane, it was possible to more easily remove the battery from a hybrid vehicle

To summarize, we would like to emphasize that this work is relevant, special attention was paid to the development of a hydraulic crane, this device will facilitate the removal of the battery from a hybrid car.

Оглавление

Введение.....	6
Глава 1 Технологический расчет СТО.....	7
1.1 Выбор и обоснование исходных данных.....	7
1.2 Расчет годового объёма по видам работ.....	7
1.3 Распределение годового объёма работ по ТО и ТР автомобилей по конкретным видам.....	9
1.4 Расчёт числа производственных постов.....	10
1.5 Группировка работ по основным производственным участкам.....	12
1.6 Расчет числа автомобиле-мест ожидания и хранения.....	13
1.7 Расчет численности производственных и вспомогательных рабочих	15
1.7.1 Расчет численности производственных рабочих.....	15
1.7.2 Определение численности вспомогательных рабочих.....	17
1.8 Расчет производственных подразделений.....	19
1.8.1 Расчет производственных подразделений постовых работ ТО и ТР.....	19
1.8.2 Определение площадей производственных помещений...	27
1.9 Расчет площадей складских и вспомогательных помещений...	28
Глава 2 Объемно – планировочное решение производственного корпуса	31
2.1 Определение суммарной площади производственного корпуса.	31
2.2 Формирование структуры здания.....	32
2.3 Участок для обслуживания аккумуляторных батарей.....	33
Глава 3 Сравнительный анализ существующих аналогов оборудования.....	38
3.1 Анализ доступных в продаже аналогов и выбор наиболее перспективного прототипа.....	38
3.1.1 Оценка современного конструкторского и	

технологического уровня устройств.....	38
3.1.2 Выбор наиболее значимых технологических параметров устройств для комплексного анализа.....	41
3.1.3 Подбор моделей оборудования для проведения анализа на основе информации из доступных источников.....	41
3.1.4 Выбор наиболее перспективного устройства.....	44
3.2 Оформление технического задания от лица заказчика работ....	48
3.3 Оформление технического предложения от лица поставщиков оборудования.....	51
3.4 Расчет и подбор комплектующих.....	55
3.4.1 Расчет элементов конструкции гидравлического крана....	55
3.4.2 Определение усилий при подъеме груза.....	55
3.4.3 Определение высоты подъёма крюка.....	56
3.4.4 Определение усилий перемещения крана.....	56
3.4.5 Выполнение расчета оси ролика.....	57
Глава 4 Технологический процесс снятия аккумуляторной батареи с гибридного автомобиля.....	60
4.1 Условия работы гидравлического крана.....	60
4.2 Разработка технологической карты для снятия аккумуляторной батареи у автомобиля Toyota Prius.....	60
Глава 5 Экономический раздел.....	62
5.1 Технико-экономическое обоснование объекта разработки дипломного проекта.....	62
5.2 Расчет затрат и экономической эффективности.....	63
5.3 Расчет экономического эффекта от разработанной Конструкции.....	69
Глава 6 Технологическая безопасность при работе на устройстве.....	73
Заключение.....	75
Список используемой литературы.....	76

Введение

В последние годы наблюдается значительный рост числа гибридных автомобилей, что ставит перед станциями технического обслуживания новые задачи, связанные с обслуживанием и ремонтом этих транспортных средств. Одной из таких задач является снятие и установка аккумуляторных батарей, которые обычно размещаются в багажном отсеке автомобиля. Этот процесс требует специальных приспособлений и устройств, способных упростить и ускорить работу специалистов.

Бакалаврская работа посвящена разработке универсальной станции технического обслуживания на 7000 автомобилей, которая будет включать устройство для извлечения аккумуляторных батарей с гибридных автомобилей. Основным вопросом исследования является проектирование гидравлического крана, который облегчит процесс снятия и установки аккумуляторов, минимизируя физические усилия и затраты времени.

Цель работы состоит в создании эффективной и безопасной станции технического обслуживания, оснащенной всем необходимым для работы с гибридными автомобилями. Для достижения этой цели бакалаврская работа включает в себя технологический расчет станции, объемно-планировочное решение производственного корпуса, сравнительный анализ существующих аналогов оборудования, экономическую оценку проекта, а также разделы, посвященные безопасности и экологичности.

Однако, при необходимости замены или обслуживания батарей, возникают сложности из-за их веса, габаритов и специфической конструкции. В связи с этим возникает потребность в разработке специализированного устройства для безопасного и эффективного извлечения аккумуляторных батарей гибридных автомобилей. Данная работа посвящена исследованию особенностей конструкции батарей, разработке устройства для их извлечения и оценке работоспособности данного устройства.

Глава 1 Технологический расчёт СТО

1.1 Выбор и обоснование исходных данных.

Наименование параметра и единицы измерения будет показана в таблице 1

Таблица 1 – Исходные данные для курсового проектирования

«№»	Наименование параметра, единицы измерения	Обозначение параметра	Численное значение параметра
1	2	3	4
1	Тип проектируемой СТО	комплексная универсальная СТО	
2	Среднегодовой пробег обслуживаемых автомобилей, км	L_2	11000
3	Количество комплексно обслуживаемых автомобилей, закрепленных за СТО, чел.	$N_{СТО}$	7000
4	Количество рабочих дней в году, дн.	$D_{РАБ}$	305
5	Число рабочих смен	C	1,5
6	Продолжительность рабочей смены, ч.	T_C	8» [11]

Таким образом, количество комплексно обслуживаемых автомобилей, закрепленных за СТО – 7000 чел.

1.2 Расчёт годового объёма по видам работ

«Годовой объём работ по ТО и ТР автомобилей определяется по формуле:

$$T = \frac{N_{СТО} \cdot L_{Г} \cdot t}{1000}, \quad (1)$$

где $L_{Г}$ – Годовой пробег автомобиля, принимаем $L_{Г} = 11000$ км;

t – скорректированная удельная трудоёмкость работ по ТР и ТО автомобилей, приходящаяся на 1000 км пробега.

Удельная трудоёмкость ТО и ТР корректируется в зависимости от количества постов на СТО и природно-климатических условий и определяется по формуле:

$$t = t_H \cdot K_{II} \cdot K_{ПП}, \quad (2)$$

где t_H – нормативная трудоёмкость ТО и ТР, чел.- час на 1000 км пробега, для автомобилей малого класса принимаем $t_H = 2,3$ чел.-ч./1000 км.

$K_{ПП}$ – коэффициент корректирования удельной трудоёмкости ТО и ТР в зависимости от природно-климатических условий эксплуатации автомобилей, для г.о. Тольятти с умеренным климатом принимаем $K_{ПП} = 1,0$;

K_{II} – коэффициент корректировки удельной трудоёмкости ТО и ТР в зависимости от количества рабочих постов на СТО (мощности СТО).

Для определения K_{II} необходимо знать количество рабочих постов на СТО. Определим количество рабочих постов на СТО в первом приближении по формуле:

$$X_{ПП1} = \frac{5,5 \cdot N_{СТО} \cdot L_{Г} \cdot t_H \cdot K_{ПП}}{10000 \cdot D_{ПГ} \cdot T_{СМ} \cdot C}, \quad (3)$$

$$X_{ПП1} = \frac{5,5 \cdot 7000 \cdot 11000 \cdot 2,3 \cdot 1,0}{10000 \cdot 305 \cdot 8 \cdot 1,5} = 26,61 \approx 27 \text{ постов}$$

Так как число рабочих постов $X_{ПП1} < 35$, то принимаем $K_{II} = 0,85$.

Определяем скорректированную удельную трудоёмкость:

$$t = 2,3 \cdot 1 \cdot 0,85 = 1,95 \text{ чел.} - \text{час./1000 км}$$

Определяем годовой объём работ на СТО.» [11]

$$T = \frac{7000 \cdot 11000 \cdot 1,95}{1000} = 150150 \text{ чел.} - \text{ч.}$$

Таким образом, годовой объём работ на СТО – 150150 чел.

1.3 Распределение годового объёма работ по ТО и ТР автомобилей по конкретным видам работ

«Для того, чтобы определить число рабочих постов данного вида ТО и ТР, необходимо знать распределение объёма работ по виду и месту их выполнения, которое в свою очередь, зависит от суммарного числа постов на СТО, вычисленного во втором приближении.

Во втором приближении количество рабочих постов на СТО определяется по формуле:

$$X_{ПР2} = \frac{0,6 \cdot T}{D_{ПР} \cdot T_{СМ} \cdot C^2} \quad (4)$$

$$X_{ПР2} = \frac{0,6 \cdot 150150}{305 \cdot 8 \cdot 1,5} = 24,61 \approx 25 \text{ постов}$$

По данным, приведённым в таблице 4. [1] (данные приведены для СТО с количеством рабочих постов свыше 30), производим распределение объёма работ по видам и месту их выполнения на СТО. Для удобства расчёты сведены в таблице 2.» [11]

Таблица 2 –Распределение работ по участкам и производственным постам

« №	Наименование видов работ ТО и ТР	Распределение работ		Соотношение постовых работ и работ на участках			
		%	чел.-ч	на постах		на участках	
1	Контрольно-диагностические работы (двигатель, тормоза, электрооборудование. анализ выхлопных газов)	4	6006	100	6006	–	0
2	Техническое обслуживание в полном объеме	10	15015	100	15015	–	0
3	Смазочные работы	2	3003	100	3003	–	0
4	Регулировка углов управления колес	4	6006	100	6006	–	0
5	Ремонт и регулировка тормозов	3	4505	100	4505	-	0
6	Электротехнические работы	4	6006	80	4805	20	1201
7	Работы по системе питания	4	6006	70	4204	30	1802
8	Аккумуляторные работы	2	3003	10	300	90	2703
9	Шиномонтажные работы	2	3003	30	901	70	2102
10	Ремонт узлов, систем и агрегатов	8	12012	50	6006	50	6006
11	Кузовные и арматурные работы (жестяницкие, медницкие, сварочные)	28	42042	75	31531	25	10511
12	Окрасочные работы	20	30030	100	30030	–	–
13	Обойные работы	3	4505	50	2253	50	2252
14	Слесарно-механические работы	6	9009	–	–	100	9009
	Итого:	100	150151	–	114565	-	35586»[11]

Таким образом, распределение работ – 100

1.4 Расчёт числа производственных постов

«Количество рабочих постов ТО и ТР, диагностирования, разборочно-сборочных и регулировочных работ, кузовных и окрасочных работ определяется по формуле:

$$X_i = \frac{T_{ГПi} \cdot K_H}{D_{РГ} \cdot T_{СМ} \cdot C \cdot P_{СР} \cdot K_{ИСП}}, \quad (5)$$

где $T_{ГПi}$ - объём соответствующего вида работ, выполняемый непосредственно на автомобиле, чел.ч., принимается из таблицы 2;

K_H - коэффициент неравномерности поступления автомобилей на посты СТО в связи со случайным характером возникновения отказов и неисправностей, $K_H = 1,15$;

$K_{ИСП}$ - коэффициент использования рабочего времени поста, при двухсменном режиме работы принимаем $K_{ИСП} = 0,945$;

$P_{СР}$ - средняя численность одновременно работающих на одном посту, принимается для постов моечно-уборочных работ, ТО и ТР - 2 чел., для кузовных и окрасочных работ - 1,5 чел., для приемки выдачи и диагностики автомобилей - 1 чел.

Расчетные данные и результаты вычислений числа рабочих постов для каждого вида работ приводятся в таблице 3.» [11]

Таблица 3 – Расчет числа рабочих постов

«№»	Наименование видов работ ТО и ТР	Объём постовых работ $T_{ГПi}$ чел.-ч.	K_H	$K_{ИСП}$	$P_{СР}$ чел.	Число постов по видам работ X_i
1	Контрольно-диагностические работы (двигатель, электрооборудование, анализ выхлопных газов)	6006	1,15	0,945	1	2,0
2	Техническое обслуживание в полном объеме	15015	1,15	0,945	2	2,5
3	Смазочные работы	3003	1,15	0,945	2	0,50
4	Регулировка углов управления колес	6006	1,15	0,945	2	1,00
5	Ремонт и регулировка тормозов	4505	1,15	0,945	2	0,75
6	Электротехнические работы	4805	1,15	0,945	2	0,80
7	Работы по системе питания	4204	1,15	0,945	2	0,70
8	Аккумуляторные работы	300	1,15	0,945	2	0,04
9	Шиномонтажные работы	901	1,15	0,945	2	0,15

Продолжение таблицы 3

№	Наименование видов работ ТО и ТР	Объём постовых работ $T_{ГП}$ чел.-ч.	K_H	$K_{ИСП}$	P_{CP} чел.	Число постов по видам работ X_i
10	Ремонт узлов, систем и агрегатов	6006	1,15	0,945	2	1,00
11	Кузовные и арматурные работы (жестяницкие, медницкие, сварочные)	31531	1,15	0,945	1,5	7,00
12	Окрасочные и противокоррозийные работы	30030	1,15	0,945	1,5	6,66
13	Обойные работы	2253	1,15	0,945	2	0,38
14	Слесарно-механические работы	0	1,15	0,945	–	0,00
	Итого:	114565	–	–	–	23,58»[11]

Таким образом, числа рабочих постов – 24.

1.5 Группировка работ по основным производственным Участкам

«Постовые работы ТО и ТР подвижного состава выполняются, как правило, на пяти основных производственных участках:

- участок технического обслуживания;
- участок текущего ремонта;
- участок диагностики;
- кузовной участок;
- окрасочный участок.» [11]

Группировка работ приведена в таблице 4

Таблица 4 - Виды работ и количество постов для их выполнения

«№»	Наименование видов работ ТО и ТР	Количество постов по номерам работ				
		Участок Диагностики	Участок ТО	Участок ТР	Кузовной участок	Окрасочный участок
1	Контрольно-диагностические работы (двигатель, электрооборудование, анализ выхлопных газов)	2,00	–	–	–	–
2	Техническое обслуживание в полном объеме	–	2,5	–	–	–
3	Смазочные работы	–	0,50	–	–	–
4	Регулировка углов управления колес	–	1,00	–	–	–
5	Ремонт и регулировка тормозов	–	0,75	–	–	–
6	Электротехнические работы	–	0,80	–	–	–
7	Работы по системе питания	–	0,70	–	–	–
8	Аккумуляторные работы	–	0,04	–	–	–
9	Шиномонтажные работы	–	0,15	–	–	–
10	Ремонт узлов, систем и агрегатов	–	1	–	–	–
11	Кузовные и арматурные работы (жестяницкие, медницкие, сварочные)	–	–	–	7,00	–
12	Окрасочные и противокоррозийные работы	–	–	–	–	6,66
13	Обойные работы	–	–	–	0,70	–
14	Слесарно-механические работы	–	–	–	–	–
	Итого постов на участках:	2,00	7,44	–	7,70	6,66
	принятое число	2	7	–	8	7» [11]

Таким образом, итог постов на участках принятое число – 8

1.6 Расчёт числа автомобиле-мест ожидания и хранения

«Общее количество автомобиле-мест ожидания на производственных участках городских СТО определяется по формуле:

$$X_O = 0,5 \cdot X_\Sigma, \quad (6)$$

$$X_O = 0,5 \cdot 24 = 12 \text{ авт.} - \text{м.}$$

Количество мест хранения автомобилей (стоянки) следует принимать из нормативного значения на один рабочий пост и определять по формуле:

$$X_X = K_H \cdot X_\Sigma, \quad (7)$$

где X_Σ - суммарное число рабочих постов на СТО из таблицы 4. $X_\Sigma = 24$ постов.

K_H - удельное количество автомобиле-мест хранения на один рабочий пост, для городских СТО принимаем $K_H = 3$.

$$X_X = 3 \cdot 24 = 72 \text{ авт.} - \text{м.}$$

Количество мест для стоянки автомобилей клиентов и персонала СТО вне территории предприятия определяется по ф. 1.9 с учетом того, что 2 автомобиле-места приходится на 1 рабочий пост:» [11]

$$X_{Ku\Pi} = 2 \cdot 24 = 48 \text{ авт.} - \text{м.}$$

Таким образом, Количество мест для стоянки автомобилей – 48

1.7 Расчет численности производственных и вспомогательных рабочих

1.7.1 Расчет численности производственных рабочих

«Штатное число рабочих – это число рабочих, необходимое для полного выполнения годовой производственной программы. Оно определяется по формуле:

$$P_{Ш} = \frac{T_i}{\Phi_{эф}}, \quad (8)$$

где T_i – годовой объём работ в подразделении, чел.-ч.;

$\Phi_{эф}$ – эффективный годовой фонд времени производственного рабочего, ч.

Явочное количество рабочих учитывает процент сотрудников, не вышедших на смену по болезни или находящихся в отпуске, оно определяется по формуле:

$$P_{Я} = \frac{T_i}{\Phi_H}, \quad (9)$$

где Φ_H – номинальный годовой фонд времени производственного рабочего, ч.» [11]

Таблица 5 – Номинальный и эффективный годовые фонды времени
производственного персонала

«Наименование профессий, работающих	Продолжительность		Годовой фонд времени рабочих, ч.	
	рабочей недели, ч.	основного отпуска, дни	номинальный	эффективный
Маляр	36	24	1830	1610
Все прочие профессии, включая водителей автомобилей и автобусов	41	24	2070	1820» [11]

Все расчеты сведены в таблице 6

Таблица 6 – Количество производственных рабочих по подразделениям

Наименование производственного подразделения	Трудоёмкост ь работ в подразделени и	Число штатных рабочих		Число явочных работ			
		Расчетное	Принятое	Расчетное	Принятое	По сменам	
						1	2
Участок диагностики	6006	3,3	3,0	2,9	3,0	2	1
Участок ТО	44745	24,5	24	21,6	22	11	11
Участок ТР	–	–	–	–	–	–	–
Кузовной участок	33784	18,5	18	16,3	16	8	8
Малярный участок	30030	18,6	19	16,4	16	8	8
Агрегатное отделение	6006	3,3	3,0	2,9	3,0	2	1
Отделение ремонта сист. питания и др...	5706	3,1	3,0	2,7	3,0	2	1
Шинное отделение	2102	1,15	1,0	1,0	1,0	1	–
Обойное отделение	2252	1,2	1,0	1,0	1,0	1	–
Сварочно-жестяницкое отделение	10511	5,7	6,0	5,0	5,0	3	2
Слесарно-механическое	9009	4,95	5,0	4,3	4,0	2	2
Итого	150151	83,3	83	74,1	74	40	34

Таким образом, трудоемкость работ в подразделении – 150151

1.7.2 Определение численности вспомогательных рабочих

«Численность вспомогательных рабочих следует принимать в процентном отношении от списочной численности производственных рабочих:

$$P_{BC} = \frac{P_{шт\sum} \cdot H_{BC}}{100}, \quad (10)$$

где $P_{шт\sum}$ – общая штатная численность основных производственных рабочих на предприятии, из таблице 1.6. $P_{шт\sum} = 155$ чел.

H_{BC} – норматив численности вспомогательных рабочих, в процентном отношении к численности основных производственных рабочих, %, определяется по таблице 2 для СТО с $150 < P_{шт\sum} = 155 < 180$ принимаем $H_{BC} = 26$.

$$P_{BC} = \frac{83 \cdot 26}{100} = 21,5 \approx 22 \text{ чел.}$$

Распределение численности вспомогательных рабочих по видам работ произведено в таблице 7.» [11]

Таблица 7 - Распределение вспомогательных рабочих по видам работ

«Виды вспомогательных работ	Соотношение численности вспомогательных рабочих по видам работ, %	Численность вспомогательных рабочих P_{BC} , чел.	
		Расчетная	Принятая
Ремонт и обслуживание технологического оборудования, оснастка и инструменты	25	5,5	6
Ремонт и обслуживание инженерного оборудования, сетей и коммуникаций	20	4,4	4
Прием, хранение и выдача материальных ценностей	20	4,4	4

Продолжение таблицы 7

Виды вспомогательных работ	Соотношение численности вспомогательных рабочих по видам работ, %	Численность вспомогательных рабочих $P_{ВС}$, чел.	
		Расчетная	Принятая
Перегон подвижного состава	10	2,2	2
Обслуживание компрессорного оборудования	10	2,2	2
Уборка производственных помещений	7	1,54	2
Уборка территории	8	1,76	2
Итого	100	22	22» [11]

«С учётом распределения вспомогательных работ по видам принимаем $P_{ВС} = 36$ чел..

Численность инженерно-технических работников и служащих предприятия, младшего обслуживающего персонала, пожарно-сторожевой охраны принимается в зависимости от числа рабочих постов. Для СТО с числом постов 34 численность и распределение персонала по выполняемым им функциям выглядит следующим образом. таблице 8» [11]

Таблица 8 - Рекомендуемая численность персонала

«Наименование функции управления, персонала	Численность персонала при количестве рабочих постов, чел.
Общее руководство	1
Технико-экономическое планирование	1
Организации труда и заработной платы	1
Бухгалтерский учет и финансовая деятельность	3
Комплектование и подготовка кадров	2
Материально-техническое снабжение	2
Производственно-техническая служба	8
Младший обслуживающий персонал	3
Пожарно-сторожевая охрана (ПСО)	4
Итого:	25» [11]

Таким образом, количество постов – 25

1.8 Расчёт производственных подразделений

1.8.1 Расчёт производственных подразделений постовых работ ТО и ТР

«Участок уборочно-моечных работ (УМР) предназначен для удаления загрязнений, возникших в процессе хранения, транспортировки и эксплуатации автомобилей, в целях придания ему эстетичного вида и соблюдения санитарно-гигиенических и экологических норм.

На участке выполняются следующие виды работ:

- внешняя мойка кузова автомобиля как ручная, так и механизированными техническими средствами (мойка осуществляется с применением синтетических моющих средств);
- мойка двигателя и подкапотного пространства автомобиля в случае предполагаемого ремонта его систем и деталей;
- мойка колёс автомобиля;
- мойка днища автомобиля;
- уборка и чистка салона автомобиля;
- обтирочные работы и сушка;
- полировка лакокрасочного покрытия кузова в целях восстановления блеска.

Годовой объём уборочно-моечных работ для городской СТО, выполняющей кроме технологической и коммерческой мойки автомобилей, рассчитывается по формуле:

$$T_{УМР}^Г = N_{СТО} \cdot d \cdot t_{УМР}, \quad (11)$$

где d - число заездов на СТО одного автомобиля в год для проведения УМР вычисляется по формуле:

$$d = L_{\Gamma}/H, \quad (12)$$

где H - средний пробег автомобиля между проведением УМР, принимаем $H = 1000$ км.

$t_{\text{УМР}}$ - средняя трудоёмкость УМР, принимаем для легковых автомобилей $t_{\text{УМР}} = 0,5$ чел.-ч.

$$d = 11000/1000 = 11 \text{ заезда}$$

$$T_{\text{УМР}}^{\Gamma} = 7000 \cdot 11 \cdot 0,5 = 38500 \text{ чел.-ч.}$$

Число рабочих постов косметической мойки транспортных средств, оборудованных механизированными моечными установками, определяется по формуле:

$$X_{\text{КМ}} = \frac{N_{\text{ССМ}} \cdot \phi_{\text{УМР}}}{T_0 \cdot H_0 \cdot \eta_{\text{УМР}}}, \quad (13)$$

где $N_{\text{ССМ}}$ - суточное число заездов автомобилей на участок для выполнения уборочно-моечных работ;

$$N_{\text{ССМ}} = N_{\text{СТО}} \cdot d / D_{\text{РАБ}}, \quad (14)$$

$$N_{\text{ССМ}} = 7000 \cdot \frac{11}{305} = 252 \text{ авт.}$$

T_0 - суточная продолжительность работы моечного оборудования, час;
 H_0 - часовая производительность оборудования, для моечной установки туннельного типа принимаем $H_0 = 20$ авт./ч. ;

$\phi_{\text{УМР}}$ - коэффициент неравномерности поступления автомобилей на посты УМР, для СТО, имеющих, более 30 постов $\phi_{\text{УМР}} = 1,2$;

$\eta_{УМР}$ - коэффициент использования рабочего времени поста, для участка УМР принимается равным 0,9.

$$X_{KM} = \frac{252 \cdot 1,2}{12 \cdot 20 \cdot 0,9} = 1,4 \approx 1 \text{ линии}$$

Участок УМР располагается в отдельном помещении и состоит из двух постовых линий мойки: 1-й пост – автоматизированная мойка автомобилей туннельного типа, 2-й пост – пост уборки салона и углубленной мойки ДВС.» [11]

«Участок предназначен для устранения дефектов и неисправностей кузовов автомобилей, возникших в процессе эксплуатации и после дорожно-транспортных происшествий.

На участке выполняются следующие виды работ:

- разборочно-сборочные по кузову или раме автомобиля;
- восстановление геометрии кузова и рихтовка панелей;
- сварочные работы.» [11]

Таблица 9 – Кузовной участок

«Наименование характеристики подразделения, единицы измерения	Условное обозначение	Численное значение
Годовой объём работ, чел.- ч.	T	33784
Время работы подразделения, ч.	$T_{об}$	12
Явочное число рабочих, чел.	$P_{я}$	16
Принятое количество постов	X_i	8» [11]

Таким образом, принятое количество постов – 8 (таблица 9)

«Окрасочный участок предназначен для полной окраски кузовов автомобилей, частичного восстановления лакокрасочного покрытия в местах его повреждения, а также окраски отдельных ремонтных деталей кузова, используемых в процессе его восстановления.

На участке выполняются следующие виды работ:

- демонтаж элементов, препятствующих покраске автомобиля или, наоборот, демонтаж детали, подлежащей окраске;
- подготовка поверхности к окраске;
- полная окраска кузова;
- наружная окраска кузова;
- частичная окраска кузова;
- окраска отдельных ремонтных деталей кузова, используемых в процессе его восстановления на других производственных участках СТО;
- сушка окрашенных поверхностей;
- полировка поверхности кузова.

Таблица 10 – Окрасочный участок

Наименование характеристики подразделения, единицы измерения	Условное обозначение	Численное значение
Годовой объём работ, чел.- ч.	T	30030
Время работы подразделения, ч.	$T_{об}$	12
Явочное число рабочих, чел.	$P_{я}$	18
Принятое количество постов	X_i	7

На участке дополнительно располагаем автомобиле-места ожидания и посты для подготовки автомобилей к окраске.» [11] (таблица 10)

Участок диагностики предназначен для определения технического состояния автомобиля, его агрегатов, механизмов и узлов без разборки с возможностью прогнозирования остаточного ресурса на основании данных о текущем техническом состоянии и динамике его изменения.

На участке производятся следующие виды работ:

- диагностика состояния ЭСУД (считывание кодов неисправностей);
- проверка состояния электрооборудования и системы зажигания автомобиля;

- диагностика состояния цилиндропоршневой группы и газораспределительного механизма;
- визуальный осмотр автомобиля;
- определение (прогнозирование) остаточного ресурса отдельных узлов и всего автомобиля в целом.»

Таблица 11 – Участок диагностики

«Наименование характеристики подразделения, единицы измерения	Условное обозначение	Численное значение
Годовой объём работ, чел.- ч.	T	6006
Время работы подразделения, ч.	$T_{об}$	12
Явочное число рабочих, чел.	$P_{я}$	3
Принятое количество постов	X_i	2» [11]

Таким образом, принятое количество постов – 2 (таблица 11)

«Участок предназначен для проведения профилактического комплекса работ, направленных на предупреждение отказов и неисправностей, для поддержания автомобилей в технически исправном состоянии.

На участке выполняются следующие виды работ:

- техническое обслуживание в полном объёме;
- выполнение выборочных комплексов работ технического обслуживания;
- техническое обслуживание в полном объёме совместно с работами текущего ремонта, необходимость которого установлена при приёмке;
- выполнение выборочных комплексов работ технического обслуживания совместно с работами текущего ремонта.

Таблица 12 – Участок ТО

«Наименование характеристики подразделения, единицы измерения	Условное обозначение	Численное значение
Годовой объём работ, чел.- ч.	T	44745
Время работы подразделения, ч.	$T_{об}$	12
Явочное число рабочих, чел.	$P_{я}$	22
Принятое количество постов	X_i	7» [7]

Участок технического обслуживания и ремонта автомобилей оснащен двухстоечными подъемниками различной грузоподъёмности, разнообразным специальным инструментом и приспособлениями, гайковертами, динамометрическими ключами, набором специального слесарно-монтажного инструмента, специальной оснасткой и прочим.» [11] (таблица 11)

«Участок предназначен для проведения комплекса работ, направленных на восстановление работоспособности автомобиля.

На участке выполняются следующие виды работ:

- текущий ремонт узлов и систем непосредственно на автомобиле;
- снятие –установка узлов и деталей для их последующего ремонта в отделениях;» [11]

Таблица 13 – Участок текущего ремонта

«Наименование характеристики подразделения, единицы измерения	Условное обозначение	Численное значение
Годовой объём работ, чел.- ч.	T	44745
Время работы подразделения, ч.	$T_{об}$	12
Явочное число рабочих, чел.	$P_{я}$	22
Принятое количество постов	X_i	11» [22]

Таким образом, принятое количество постов – 11 (таблица 13)

Участок предназначен для первоначальной приёмки автомобиля на сервисное предприятие, предварительной оценки его технического состояния, проверки комплектности, а также для оформления необходимого перечня документов и утверждения клиентом перечня необходимых работ и

услуг для восстановления работоспособности транспортного средства и последующей передачи автомобилей их владельцам.

При приёмке и выдаче автомобиля выполняются следующие виды работ и услуг:

- проверка углов установки управляемых колёс автомобиля;
- проверка состояния амортизаторов путём снятия их характеристик;
- диагностика состояния тормозной системы автомобиля;
- контроль состояния передней подвески и рулевого управления;
- определение токсичности отработавших газов бензиновых двигателей;
- определение дымности отработавших газов дизельных двигателей;
- диагностика состояния системы освещения и световой сигнализации;
- проверка агрегатов и узлов, на неисправность которых указывает владелец;
- внешний осмотр автомобиля и проверка агрегатов узлов и систем, влияющих на безопасность движения;
- проверка технического состояния автомобиля с целью выявления дефектов, не заявленных владельцем;
- определение объёма и стоимости работ, согласование их с владельцем;
- оформление приёмочных документов;
- оценка качества выполненных на участках работ по ТО и ТР автомобиля при его выдаче (производится либо инженерами ОТК, либо мастером-приёмщиком).

«Число постов на участке приёмки и выдачи автомобилей определяется по формуле:

$$X_{ПР} = \frac{2 \cdot N_C \cdot K_H}{T_{СМ} \cdot C \cdot A_{ПР}}, \quad (15)$$

где N_C - суточное число заездов автомобилей на СТО, авт./сут.

Суточное число заездов определяется по формуле:

$$N_C = \frac{N_{СТО} \cdot d_H}{D_{ПГ}}, \quad (16)$$

где d_H - годовое число заездов одного комплексно обслуживаемого автомобиля на СТО для проведения ТО и ТР, принимаем $d_H = 2$

$$N_C = \frac{7000 \cdot 2}{305} = 45,40 \approx 45 \text{ авт.} - \text{з.}$$

K_H - коэффициент неравномерности поступления автомобилей на посты приёмки-выдачи, принимаем для средней СТО $K_H = 1,3$.

$A_{ПР}$ - пропускная способность поста приёмки, принимается для городских СТО $A_{ПР} = 3,0 \text{ авт./час.}$

$$X_{ПР} = \frac{2 \cdot 45 \cdot 1,1}{8 \cdot 1,5 \cdot 3,0} = 2,7 \approx 3 \text{ поста}$$

С учетом необходимости наличия комплексного диагностирования автомобилей на СТО принимаем число постов равным 3-м, в том числе 2-х постовая линия инструментального контроля на въезде.

Трудоемкость работ на участке приёмки и выдачи автомобилей определяется по формуле:

$$T_{ПВ} = N^Г \cdot t_{ПВ}, \quad (17)$$

$$T_{ПВ} = 7000 \cdot 2 \cdot 0,2 = 2800 \text{ чел.} - \text{ч.}$$

где $t_{ПВ}$ - трудоемкость приемки-выдачи одного автомобиля, принимаем для легковых автомобилей среднего класса $t_{ПВ} = 0,25 \text{ чел.} - \text{ч.}$

Рядом с участком располагается комната для оформления документов и комплекс клиентских помещений.» [11]

1.8.2 Определение площадей производственных помещений.

«Площади производственных помещений можно определить аналитически и более точно графически.

Площадь зон постовых работ ТО и ТР (м²) рассчитываются аналитически по формуле:

$$F_i = f_a \cdot X_i \cdot K_{II}, \quad (18)$$

где f_a - площадь горизонтальной проекции автомобилей, принимаем по таблице 2.21. для автомобилей среднего класса $f_a = 5,0 \cdot 1,9 = 9,5 \text{ м}^2$

X_i - число постов в зоне;

K_{II} - коэффициент плотности расстановки постов зависит от габаритов автомобиля и расположения постов и принимается по таблице 2.» [11].

Таблица 14 - Площадь участков постовых работ ТО и ТР

Наименование производственного подразделения	Площадь проекции f_a , м ²	Число постов на участке X_i ,	K_{II}	Расчетная площадь f_a , м ²
Участок диагностики	9,5	2	4,5	85,5
Участок ТО	9,5	7	4,5	299,25
Участок ТР				
Кузовной участок	9,5	8	6	456
Малярный участок	9,5	7	6	399
Участок УМР	9,5	2	4,5	85,5
Участок приемки-выдачи	9,5	2	4,5	85,5
Итого	—	—	—	1410,7

Таким образом, расчетная площадь – 1410 м² (таблица 14).

Расчет площадей производственных участков (цехов).

«Площадь производственных участков можно рассчитать по удельной площади на каждого рабочего в наиболее загруженную смену:

$$F_y = f_1 + f_2(P_a - 1), \quad (19)$$

где F_y – площадь участка (цеха), m^2 ;

f_1 – удельная площадь на первого рабочего, m^2 (Приложение 7);

f_2 – удельная площадь на каждого из последующих рабочих, m^2

P_a – наибольшее число рабочих в смену.» [10]

Таблица 15 - Площадь участков постовых работ ТО и ТР.

Наименование производственного подразделения	f_1, m^2	f_2, m^2	Число раб наиб. загр. смену, ч.	Площадь участка F_y , m^2
Агрегатное отделение	19	12	2	31
Отделение ремонта сист. питания и др.	18	13	2	31
Шинное отделение	15	13	1	15
Обойное отделение	15	4	1	15
Сварочно-жестяницкое отделение	15	10	3	35
Слесарно-механическое	15	10	2	25
Итого	–	–	11	152

Таким образом, площадь участка – 152 m^2 (таблица 15).

1.9 Расчет площадей складских и вспомогательных помещений

«Площади складских помещений для городских СТО определяются согласно нормативным удельным площадям, приходящимся на 1000 комплексно обслуживаемых условных автомобилей по формуле.

$$F_{CKi} = \frac{N_{СТО} \cdot f_{yi}}{1000} \cdot K_{СТ} \cdot K_P \cdot K_L, \quad (20)$$

Рассчитанные значения площадей складских помещений оформляются в виде таблицы 16.

Таблица 16 – Площади складских помещений проектируемой СТО

«	Удельная площадь, м ²	$K_{СТ}$	K_L	Расчётна я площадь склада	Принята я площадь склада
1	2	3	4	5	6
Склад запасных частей и деталей	32	1	0,5	145,6	146
Склад двигателей, агрегатов и узлов	12	1	0,5	54,6	55
Эксплуатационные материалы	6	1	0,5	27,3	27
Склад шин	8	1	0,5	36,4	36
Лакокрасочные материалы	4	1,6	0,5	18,2	18
Смазочные материалы	6	1	0,5	27,3	27
Кислород и ацетилен в баллонах	4	1,6	0,5	29,12	29
Промежуточная кладовая (расчет производится на 24 поста)	1,6 м ² на 1 пост	1	1	91	91
Итого	–	–	–	434,52	435» [11]

Площадь склада для хранения мелких запасных частей и авто принадлежностей, продаваемых владельцам автомобилей, принимается в размере 10% от площади склада запасных частей.

$$F_{ПР} = \frac{146 \cdot 10}{100} = 14,6 \approx 15 \text{ м}^2, \quad (21)$$

Согласно нормам технологического проектирования для городских СТО предусматривается помещение для клиентов, площадь которого принимается из расчёта 10 м^2 на один рабочий пост.

Площадь помещения для клиентов определим по формуле:

$$F_{\text{кл}} = 10 \cdot X_{\text{об}} = 10 \cdot 24 = 240 \text{ м}^2 \quad (22)$$

Площадь магазина принимается в размере 30 % от общей площади клиентских помещений и определяется по формуле.» [11]

$$F_{\text{МАГ}} = 0,3F_{\text{КЛ}} = 0,3 \cdot 240 = 72 \text{ м}^2 \quad (22)$$

Таким образом, в данной главе произведен расчет объема работ на СТО и произведен расчет числа производственных постов, которых получилось 25. Данные расчеты позволят построить план станции технического обслуживания, а также разместить все технические зоны на свои места.

Расчет численности производственных рабочих позволил понять какое количество сотрудников необходимо для правильной и слаженной работы станции технического обслуживания. В таблицах данной главы приведены наглядные расчеты, которые необходимы для дальнейшего проектирования станции технического обслуживания.

Глава 2 Объёмно-планировочное решение производственного корпуса

2.1. Определение суммарной площади производственного корпуса

«Для расчёта размеров производственного корпуса принимается единый норматив производственной площади в размере 120 м^2 на один рабочий пост.

Площадь производственного корпуса.

$$F_{\text{пр}} = 120 \cdot X_{\Sigma}, \quad (23)$$

$$F_{\text{пр}} = 120 \cdot 24 = 2880 \text{ м}^2$$

Расчетные и реальные площади производственных помещений сведены в таблице. 17.

Таблица 17 - Площади помещений СТО

«№»	Наименование участков, помещений	Площадь по расчёту, м^2	Принятая площадь, м^2
1	2	3	4
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПЛОЩАДИ			
1	Участок диагностики	57	80
2	Участок ТО	228	195
3	Участок ТР	228	120
4	Кузовной участок	465,5	456
5	Малярный участок	465,5	528
6	Участок УМР	228	0
7	Участок приемки-выдачи	114	180
8	Агрегатное отделение	31	32
9	Отделение ремонта системы питания, топливной аппаратуры, электротехнических и аккумуляторных работ	31	32
10	Шинное отделение	15	18

Продолжение таблицы 17

№	Наименование участков, помещений	Площадь по расчёту, м ²	Принятая площадь, м ²
11	Обойное отделение	15	20
12	Сварочно-жестяницкое отделение	35	50
13	Слесарно-механическое отделение	25	45
14	Мойка узлов и агрегатов	–	20
	Итого:	1938	1918
СКЛАДСКИЕ ПЛОЩАДИ			
1	Склад запасных частей и деталей	58	280
2	Склад двигателей, агрегатов и узлов	22	
3	Эксплуатационные материалы	11	
4	Склад шин	14	
5	Смазочные материалы	11	
6	Лакокрасочные материалы	11	24
7	Кислород и ацетилен в баллонах	11	10
8	Промежуточная кладовая	39	50
9	Промежуточная кладовая куз.уч.-ка	–	90
	Итого:	177	486
АДМИНИСТРАТИВНО-БЫТОВЫЕ ПЛОЩАДИ			
1	Кабинеты ИТР	–	150
2	Комната оформления документов	–	42
3	Помещение диагностов	–	14
4	Гардеробная	–	70
5	Клиентская	240	290
6	Бытовые помещения	–	150
	Итого:	240	716
ПРОЧИЕ ПЛОЩАДИ			
1	Сан. узлы	–	32
2	Тамбуры	–	48
	Итого:	–	80
	Всего:	2355	3200» [11]

Принимаем общую площадь производственного корпуса СТО – 4032 м²(96×42 м)» [20]

2.2 Формирование структуры здания.

«При строительстве здания производственного корпуса СТО применяем железобетонные колонны квадратного сечения 00×400 мм. Сетка

колонн 18×12 м, позволяет наиболее комфортно расположить производственные посты и обеспечить их естественным освещением в светлое время суток, привязка 0.00 мм.

Наружные и внутренние стены состоят их сэндвич-панелей, толщиной соответственно 300 и 250 мм. Применение сэндвич-панелей позволит максимально сократить сроки строительства СТО.

Расстояние от потолка до низа строительных конструкций принимаем исходя из габаритов легкового автомобиля и запаса не менее чем в 1,5 метра, тогда с учетом существующих типоразмеров колонн искомое значение – 5,5 м Освещение на участках – комбинированное. В качестве источников дополнительного освещения предполагается применение ламп накаливания.»

[10]

2.3. Участок для обслуживания аккумуляторных батарей

Отделение для обслуживания аккумуляторных батарей гибридных автомобилей предназначено для проведения технического обслуживания, зарядки и замены аккумуляторов, специфичных для гибридных автомобилей. Такие отделения обычно оснащены специализированным оборудованием и инструментами, необходимыми для работы с высоковольтными аккумуляторами, а также обеспечивают безопасные условия для проведения работ с такими устройствами.

Выбор услуг и работ, выполняемых в отделении для обслуживания гибридных аккумуляторных батарей, должен основываться на спецификации и требованиях производителей гибридных автомобилей, а также на потребностях клиентов. Ниже приведены основные услуги и работы, которые могут быть предоставлены в таком отделении:

- техническое обслуживание гибридных аккумуляторных батарей: включает в себя диагностику состояния аккумуляторов, проверку

- уровня заряда, а также проведение необходимых технических процедур для поддержания и оптимизации работы аккумуляторов;
- замена аккумуляторов: при необходимости может потребоваться замена старых или поврежденных аккумуляторов на новые. Эта услуга включает в себя процесс удаления старых аккумуляторов, установку новых и проведение необходимых настроек;
 - зарядка аккумуляторов: предоставление услуги по зарядке высоковольтных аккумуляторных батарей с использованием специализированного оборудования;
 - диагностика и ремонт: проведение диагностики неисправностей и ремонта гибридных аккумуляторов при обнаружении проблем. Обоснование выбора этих услуг основывается на том, что они напрямую связаны с обслуживанием и ремонтом гибридных аккумуляторных батарей, что является основным предназначением отделения. Кроме того, предоставление таких услуг позволит обеспечить клиентам полный спектр сервиса по уходу за гибридными автомобилями и поддержанию их работоспособности.

«Так как проведение операций на стенде требует обладания высокими навыками работы со сложным технологическим оборудованием и электронно-вычислительной техникой и от качества проведения работ зависит весь дальнейший процесс эксплуатации и обслуживания, то для обеспечения более высокого качества работ рекомендуется привлекать квалифицированный производственный персонал – диагностов.

В отделении выполнением всех работ занимаются 2 работника:

- а) 2 аккумуляторщика;
- б) режим работы отделения;
- в) отделение работает в 1 смену с 8.00 до 16.00;
- г) график работ:
 - 1) начало работы в 8.00, окончание в 16.00;
 - 2) обед: с 12.00 до 12.30;

3) перерывы: с 10.00 до 10.10 и с 15.00 до 15.10;

4) уборка рабочего места: с 15.45 до 16.00.» [10]

«Подбор технологического оборудования и оснастки осуществляется в соответствии с табелем технологического оборудования БелНИИТ «Транстехник». Оборудование приведено в таблице 18,

Таблица 18 – Подбор оборудования

Наименование оборудования	Тип модель	Число единиц	Габаритные Размеры, мм	Площадь, занимаемая оборудованием, м ²	Мощность, Вт
Устройство для заряда АКБ	ЗУ-1М	2	480x320	0,15	1,5 кВт
Пускозарядное устройство	DYNA MIC 3000 SMART	1	350x260	0,91	1кВт
Стеллаж для ожидания ремонта	–	1	1200x800	0,96	–
Ларь для обтирочных материалов	–	1	600x600	0,36	–
Шкаф для заряда АКБ	ОПР-2258	2	2200x800	1,76	–
Тележка для транспортировки и АКБ	120-К	1	800x500	0,4	–
Тумбочка для инструмента	–	1	700x500	0,35	–
умывальник	–	1	500x500	0,36	–
Бак для дистиллированной воды	–	1	600x400	0,24	–
Ящик с песком	–	1	500x500	0,25	–
Электродистиллятор	Д-25	1	700x600	0,42	–
Верстак для обслуживания АКБ	ПЧ-113	1	1740x700	1,218	–

Продолжение таблицы 18

Наименование оборудования	Тип модель	Число единиц	Габаритные Размеры, мм	Площадь, занимаемая оборудованием, м ²	Мощность, Вт
Шкаф для приборов	–	1	1000x435	0,435	–
Стеллаж для хранения АКБ	–	1	2200x800	1,76	–

Таким образом, в таблице приведены необходимые элементы

Первоначально площадь отделения определяем по суммарной площади оборудования и коэффициенту плотности его расстановки.

$$F_{\text{пр}} = K_{\text{пл}} * F_{\text{обор}}, \quad (23)$$

где $F_{\text{обор}}$ – суммарная площадь, занимаемая оборудованием;

$K_{\text{пл}}$ - коэффициент плотности расстановки оборудования. Для диагностического отделения принимаем. [1, таблице 3.14, стр. 46]

$$F_{\text{пр}} = 4 * (0,59 * 0,58 + 0,93 * 0,6 + 1,1 * 0,78 + 1,18 * 0,67 + 0,9 * 0,67 + 0,76 * 0,9 + 1,05 * 0,5 + 0,38 * 0,37 + 0,7 * 1,2 + 2 * 0,8 + 1,2 * 0,8 + 0,71 * 0,6 + 0,71 * 0,5 + 1,2 * 0,8 * 2 + 1,1 * 0,5 * 2 + 0,6 * 0,8 + 0,4 * 0,51 + 1,5 * 0,6 + 0,62 * 0,58) = 4 * 14,25 = 57 \text{ м}^2$$

Окончательная производственная площадь

Окончательная площадь участка определяется с учетом площади оборудования, его расстановки, при этом учитываются расстояния между элементами здания и контуром каждого вида оборудования. С учетом норм расстановки оборудования принимаем окончательную площадь отделения равной.» [11]

Аккумуляторное отделение расположено в здании СТО.

Слева расположен шкаф для приборов и ящик с песком. Справа расположен два шкафа для заряда АКБ так же в отделения располагаться стеллаж для хранения АКБ и Верстак для оборудования АКБ.

Такая компоновка помещений позволяет за минимальное время и с минимальными трудовыми затратами провести ремонт и диагностику АКБ.

Все оборудование расставлено с учетом норм расстановки оборудования.

Чертеж участка выполнены в масштабе 1:20 с указанием стен, колонн, оконных и дверных проемов и расположенных рядом помещений, с привязкой к плану главного производственного корпуса с помощью координатной сетки; условными обозначениями нанесено технологическое оборудование с указанием рабочих мест.

Вывод в результате второй главы подобран перечень необходимого оборудования, а также произведен расчёт производственной площади, а также сформировано структура здания и определена суммарная площадь производственного корпуса.

Глава 3 Сравнительный анализ существующих аналогов оборудования

3.1. Анализ доступных в продаже аналогов и выбор наиболее перспективного прототипа

3.1.1 Оценка современного конструкторского и технологического уровня устройств

Гидравлический кран – это устройство, используемое для поднятия и перемещения тяжестей. Он является одним из важных элементов, промышленности и многих других отраслях. Основной принцип работы гидравлического крана состоит в преобразовании энергии жидкости в механическую энергию.

Гидравлические краны можно разделить на несколько видов в зависимости от механизма работы. Наиболее распространенными являются гидравлические краны с подвижными и неподвижными стрелками. Также существуют гидравлические краны, оснащенные специальными ленточными тросами, которые помогают увеличить грузоподъемность и улучшить маневренность крана.

Назначение: Кран гаражный гидравлический служит для помощи в проведении технического обслуживания разнообразных узлов, агрегатов и машин в условиях СТО, гаражей, а также для осуществления погрузочно-разгрузочных работ в складских помещениях и выполнения других подобных манипуляций. С помощью описываемого механизма есть возможность поднимать, опускать и удерживать в заданном положении требуемые предметы.

Особенности: современный кран гаражный гидравлический может быть складным, нескладным, передвижным (подкатным), а также стационарно закрепленным к подстилающей поверхности.

Такие механизмы способны занимать минимально возможное свободное пространство. Кроме того, машина способна приводится в рабочее состояние в кратчайшие сроки, что также делает ее привлекательной для покупателей.

Устройство гидравлического крана включает в себя основные компоненты: гидравлический цилиндр, насос, клапан и рабочую жидкость. Гидравлическое давление создается в цилиндре с помощью насоса, а затем передается через клапан к механизму, который отвечает за подъем и перемещение груза. Вся система контролируется оператором с помощью специального управляющего устройства.

«Гидравлический кран достаточно прост по своей конструкции и в работе, тем не менее, важно понимать, что, как и любая другая техника, он требует от пользователя соблюдения определенных правил. Так, в частности, необходимо следить за чистотой рабочей жидкости, используемой в гидроприводе машины, так как грязное масло вполне может привести к заклиниванию подъема или опускания стрелы, или же преждевременному износу поршня, гильзы гидроцилиндра, что, в свою очередь, приведет к возникновению крайне нежелательных перетечек между полостями и потере в итоге функциональности крана в целом.

Кроме того, важно понимать, что кран является объектом повышенной опасности в момент его эксплуатации, потому следует быть крайне внимательным, когда осуществляется подъем/опускание груза дабы избежать несчастного случая или травмы. Также кран необходимо перемещать и устанавливать на ровной подстилающей поверхности, чтобы избежать вероятности его опрокидывания.

Неоспоримыми преимуществами, которыми обладает гидравлический кран, однозначно являются:

- мобильность и простота перемещения по полу;
- довольно большая грузоподъемность;
- простота эксплуатации;

- необходимость в малой площади для хранения;
- надежность и безопасность эксплуатации.

Рабочий цикл крана состоит из трёх этапов:

- захват груза;
- рабочий ход (перемещение груза, разгрузка);
- холостой ход (возврат грузоподъёмного механизма в исходное положение).» [5]

Работа с краном осуществляется в присутствии специалиста, непосредственное управление краном, осуществляющим сцепку-расцепку крюка крана с грузом или грузозахватным приспособлением.

Конструкция крана включает в себя: металлоконструкцию, составляющую основу крана. По сути, всё, что мы видим в кране, относится к металлоконструкции — пролёты, опоры, стрелы и т. д. Металлоконструкции бывают коробчатого и решётчатого сечения. В зависимости от этого меняются условия эксплуатации и надзора, способ производства и расчёты при проектировании. У каждого из этих видов имеются как плюсы, так и минусы. Применение конкретного типа выбирается согласно техническим, технологическим и другим требованиям. Следует отметить, что в принципе эти два вида взаимозаменяемы, но следует оценивать и адекватность их применения к условиям эксплуатации и задачам.

Механизм подъёма груза, состоящий из гибкого подъёмного органа (стального каната или цепи), грузозахватного устройства (крюк, петля, и т. д.) и грузовой лебёдки.

Грузозахватный орган, может быть не автоматического действия (крюк, петля) или автоматического действия (электромагнит, пневматический присос, спредер и др.).

Также подъёмный кран может быть оснащён механизмами передвижения грузовой тележки, изменения вылета стрелы, вращения несущего элемента вокруг опоры, и т. д. Краны-штабелёры оснащаются механизмом вращения колонны.

Все основные типы кранов (кроме консольных) снабжаются ограничителями грузоподъёмности или грузового момента, которые также могут иметь регистратор параметров для сбора информации о поднимаемых грузах.

3.1.2 Выбор наиболее значимых технологических параметров стендов для комплексного анализа

«Когда дело доходит до выбора наиболее значимых технологических параметров для комплексного анализа грузоподъёмного крана, следует учитывать несколько ключевых параметров:

- универсальность;
- низкая стоимость работ;
- низкая стоимость эксплуатации;
- возможность установки дополнительного оборудования;
- мобильность;
- не требует высокого профессионализма.» [6].

3.1.3 Подбор моделей оборудования для проведения анализа на основе информации из доступных источников

«Подберем несколько подходящих для наших целей моделей оборудования, фотографии разместим на рисунках 1, 2, 3, 4. На рисунках оборудование представлено без масштаба только для того, чтобы получить представление об его внешнем виде и конструктивных особенностях.» [10].



Рисунок 1 – Стенд ES0601B



Рисунок 2 – Стенд EQFS ES0402



Рисунок 3 – Стенд Т32002



Рисунок 4 – Стенд Т62202

«Паспортные значения наиболее значимых характеристик по моделям оборудования внесем в таблицу 19, таким образом, подготовив материал для дальнейшего анализа.» [7].

Таблица 19 – Паспортные значения наиболее значимых характеристик по моделям оборудования

Выбранные характеристики, единицы измерения	Модельный ряд оборудования			
	ES0601B	EQFS ES0402	T32002	T62202
1. Масса, кг	72	83	99	85
2. Грузоподъемность, т	2	2	2	2
3. Высота подката, мм	100	150	100	180
4. Максимальная высота подъема, мм	2300	1890	1800	2250
5. Максимальная длина стрелы, мм	890	1580	2300	1520
6. Стоимость, тыс. руб.	21 072	19 950	28 700	30 440

Таким образом, наиболее значимые характеристики оборудования показана в таблице 19.

3.1.4 Выбор наиболее перспективного стенда

«Существуют два наиболее часто используемых метода выбора оборудования: графический метод, основанный на замерах площади циклограмм каждого оборудования и экспертный метод, дополнительно учитывающий значимость каждого показателя. Идеальным считается вариант, когда 1 модель оборудования лидирует по результатам анализа каждым из вышеперечисленных методов. В противном случае возможен дополнительный анализ по ранее не учитываемым показателям (расходы на монтаж, расходы на доставку, стоимость периодического обслуживания и т.д.)» [20].

«Достоверная оценка качества технологического оборудования может быть произведена только при учете всех групп показателей качества, что требует определенной формализации процесса оценки. Если единичные показатели качества могут быть выражены количественно, то их уровень

может быть соотнесен со значением показателя, принятого за базу P_{i0} (обычно это показатель хорошо зарекомендовавшего себя оборудования, в полной мере соответствующего современным требованиям)» [21].

«Когда увеличение абсолютного значения единичного показателя качества приводит к улучшению качества, уровень показателя выражают отношением:

$$Y_i = P_i/P_{i0} \quad (24)$$

В противном случае, когда увеличение приводит к ухудшению качества оборудования, уровень качества выражают отношением:

$$Y_i = P_{i0}/P_i \quad (25)$$

Таким образом, улучшение качества всегда приводит к росту уровня качества по рассматриваемому показателю» [10].

«Для построения циклограммы воспользуемся автоматизированным графическим редактором, что позволит в значительной степени облегчить процесс подсчета площади, в ФГБОУ ВО ТГУ имеется действующая лицензия на графическую среду «КОМПАС», обновляемую ежегодно. Из общей точки отсчета через равные угловые интервалы отложим число лучей, соответствующее количеству наиболее значимых параметров. Предварительно рассчитаем относительные значения параметров, которые необходимо отложить на лучах циклограммы. Расчеты будем проводить относительно показателей оборудования ES0601B, используя выражения (5) и (6).

Откладываем отрезки на лучах в одинаковом масштабе, получая вершины циклограммы. Получившиеся точки необходимо соединить ломаной замкнутой линией.

Таблица 20 – Итоги графического метода анализа аналогов

Модели стендов-аналогов	Площадь, мм ²
Стенд ES0601B	62950
стенд EQFS ES0402	54905
стенд T32002	66888
стенд T62202	63147

По результатам измерений максимальная полученная площадь - 66888 мм². Следовательно, можно сделать логичный вывод о наличии существенных преимуществ у оборудования T32002 среди всей модельной линейки.

Повысим достоверность анализа, проведя его еще и экспертным методом.» [10]

«Роль эксперта на себя возлагает сам исполнитель проекта, при необходимости консультируясь с руководителем выпускной квалификационной работы или внешними экспертами. При выборе оборудования данным методом экспертом на основе собственного опыта определяется весомость каждого параметра (степень значимости) в паспорте оборудования C_i с учетом конкретных требований производственного процесса ТО и Р автомобилей, габаритов помещения, особенностей конструкции производственного здания и т.д.» [5].

«Уровень показателя качества по каждому параметру с учетом его весомости определяется выражением:

$$P_i = \frac{C_i \cdot Y_i}{100}, \quad (26)$$

Лучшим признается то оборудование, которое наберет наибольшую сумму оценок. $P_{\Sigma_i} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot Y_i}{100}$ » [20].

Утвержденная форма протокола для типового анализа оборудования с привлечением квалифицированных экспертов размещена в таблице 21.

Таблица 21 – Заполненная форма протокола экспертного анализа оборудования по комплексу показателей

Выбранные характеристики, единицы измерения	С, %	P _{i0} ES0601B	Оценочные значения показателей по оборудованию модельного ряда								
			EQFS ES0402			T32002			T62202		
			P _i	У _i	Π _i	P _i	У _i	Π _i	P _i	У _i	Π _i
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Масса, кг	10	72	83	0,86	0,08	99	0,72	0,07	85	0,84	0,08
2 Грузоподъемность, т	25	2	2	1	0,25	2	1	0,25	2	1	0,25
3 Высота подката, мм	10	100	150	0,66	0,06	100	1	0,1	180	0,55	0,05
4 Максимальная высота подъема, мм	20	2300	1890	0,82	0,16	1800	0,78	0,15	2250	0,97	0,19
5 Максимальная длина стрелы, мм	20	890	1580	1,77	0,35	2300	2,5	0,5	1520	1,7	0,34
6 Стоимость, тыс. руб.	15	21 072	19 950	1,05	0,15	28 700	1,36	0,20	30440	1,4	0,21
Результирующий показатель:	100	1	–	–	1,005	–	–	0,98	–	–	1,06

«Далее сравним итоговые суммарные показатели оценок P_{Σ_i} приведенные в последней строке таблицы 5. Максимальное число - 1,00. Следовательно, можно сделать логичный вывод о том, что эксперты выявили наличия существенных преимуществ у оборудования ES0601B среди всей модельной линейки.» [6].

3.2 Оформление технического задания от лица заказчика работ

Требуется разработать устройство для извлечения аккумуляторных батарей с гибридных автомобилей. Кран служит для облегчения снятия - установки аккумуляторных батарей, которые располагаются в багажном отсеке автомобиля.

Устройство будет изготовлено для собственных нужд в единственном экземпляре, поэтому дополнительные патентные исследования не требуются.

«Конструкция устройство разрабатывается по заданию кафедры «ПиЭА» ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет». Разработка ведется с опорой на типовые конструкторские решения, применяемые на стендах аналогов.

«Наименования и условного обозначения тема разработки не имеет. В процессе эксплуатации предусмотреть возможность ежемесячного обслуживания и проверки оборудования. Разрабатываемое оборудование является перспективным для разработки. Научно-исследовательская работа не проводилась. Экспериментальные образцы и макеты не разрабатывались» [21].

Кран будет использоваться в закрытом помещении с естественным и искусственным освещением. В помещении предусмотрена вентиляция. Температура окружающего воздуха должна быть в диапазоне 15-28°C и влажностью воздуха не более 80%. Для обеспечения эффективности работы кран должно быть установлен на удобную ровную поверхность.

Раму крана необходимо изготовить из трубы квадратного профиля. Сталь необходимо выбрать высокопрочной марки, например 42CrMo4 или 34CrNiMo6.

Предполагается ручное управления краном, оснащённого гидравлической системы работающего по рычажному механизму. Сам рычаг накачивание должно располагаться на уровне не ниже 1м от земли, с ходом поршня от 20-40 см. для удобства и эксплуатации обслуживающим персоналом.

Кран необходимо спроектировать таким образом, чтобы крюк мог захватить и также безопасно перевести аккумуляторную батарею гибридных автомобилей. Крюк должен быть оснащен дополнительными цепями, на концах которых должны быть захватывающие устройство, для удобного извлечения аккумуляторной батареи гибридных автомобилей. Кран должен, для удобного перемещения по территории СТО.

Кран должен быть оборудован тормозящими устройствами на колёсах, для обеспечения его неподвижности во время снятия и установки аккумуляторных батарей в гибридных автомобилях.

Основные характеристики крана должны быть:

- грузоподъёмность – не менее 100кг;
- длина стрелы – 0,89 – 1м;
- высота подъема груза – не более 1м;
- вес крана – не более 70 кг.

Безопасность: важным аспектом характеристик крана является его безопасность. Кран должен быть оборудован соответствующими системами безопасности, такими как: аварийные тормоза и системы предотвращения перегрузки.

«Кран будет изготовлен для собственных нужд в единственном экземпляре, поэтому дополнительные патентные исследования не требуются.

Устройство для извлечения аккумуляторных батарей гибридного автомобиля должен отвечать следующим общим конструкторским требованиям: надежность и экономичность, высокий уровень безотказности при эксплуатации, хорошая ремонтпригодность, производственная технологичность, хорошая сохраняемость, пожаробезопасность, травмобезопасность.» [7]

Помещение, где планируется разработка оборудования, должно иметь зону для хранения проектируемого оборудования для достижения эстетической гармонии. Проектируемое оборудование должно быть окрашено в корпоративный цвет. Выступающие части, такие как крюк, цепь и балки, должны быть окрашены в красный цвет с диагональными белыми полосками (цепь и крюк допускается окрасить только в красный цвет).

«Уровень шума при работе крана для извлечения аккумуляторных батарей гибридного автомобиля, должен быть минимальным, чтобы обеспечить комфорт и безопасность работы». [21].

«Для безотказной и эффективной работы крана предусмотреть плановое ТО не реже 1 раза в 6 месяцев. Допускается обеспечение ремонтом в неустановленные сроки в норме 1/10 от трудоёмкости полного ремонта. Обеспечить общую долговечность не менее 10 лет. Составные части конструкции должны легко подвергаться сборке-разборке при замене деталей или транспортировке. Транспортировка крана осуществляется в разобранном виде, все узлы и агрегаты должны быть упакованы в деревянный ящик, который маркируются соответственным образом. Хранить кран в собранном или разобранном виде в сухом помещении». [11]

«Объем средств, выделенных на производство стенда, составляет – 100000 рублей. Рекомендованный срок окупаемости – 2 года.

«При выполнении задания предусмотреть разработку технического предложения с эскизным проектом. Обязательна проработка 2-х или более вариантов компоновки».

На экспертизу предоставить в письменном варианте ТЗ, ТП, ЭП и расчёты. Место проведения экспертизы кафедра «ПиЭА» ТГУ.

На согласование предоставляется техническое предложение с эскизным проектом. Согласование с другими организациями не требуется. Изготовление опытных образцов не предусматривается.» [21].

3.3 Оформление технического предложения от лица поставщиков оборудования

«Получено задание на проектирование устройство для извлечения аккумуляторных батарей с гибридных автомобилей.

Кран служит для облегчения снятие - установки аккумуляторных батарей, которые располагаются в багажном отсеке автомобиля.

Кран будет использоваться в закрытом помещении с естественным и искусственным освещением. В помещении предусмотрена вентиляция. Температура окружающего воздуха должна быть в диапазоне 15-28°C и

влажностью воздуха не более 80%. Для обеспечения эффективности работы кран должно быть установлено на удобную ровную поверхность.

Разработка крана для гибридных автомобилей производится по заданию кафедры ПиЭА в рамках выпускной квалификационной работы.» [8].

Устройство является специализированным и предназначен для извлечения и установки аккумуляторных батарей с гибридных автомобилей.

Схематичный съем аккумуляторной батареи показан на рисунках 6, 7.

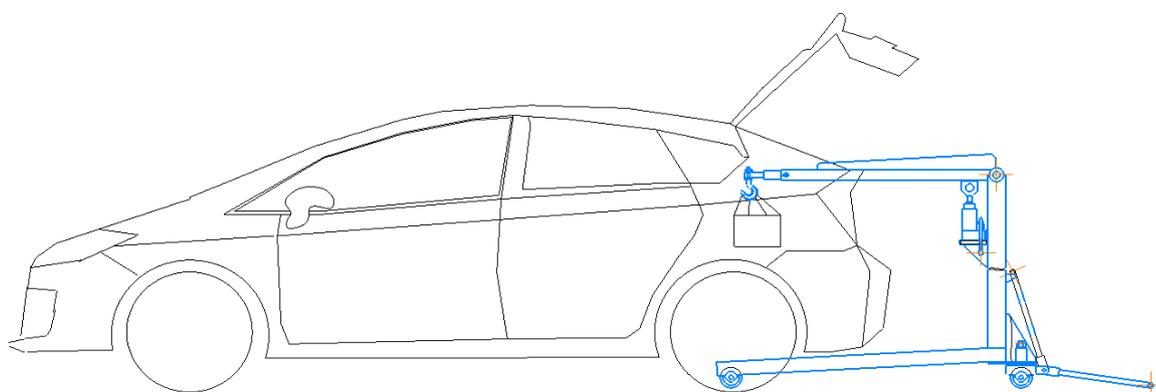


Рисунок 6 - Снятие аккумулятора с багажного отсека.

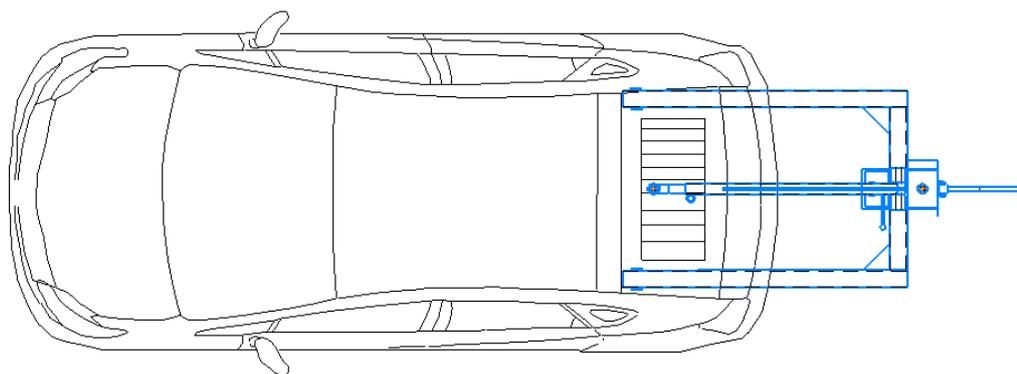


Рисунок 7 - Снятие аккумулятора с багажного отсека, вид сверху.

Для сравнения крана возьмем два аналога. Первый аналог крана - ES0601B, который показан на рисунке 8, представляет собой простой и

надежный кран с грузоподъемностью до двух тонн и вылетом стрелы 1-1,5 метра. Он оснащен гидравлическим приводом и может использоваться для подъема и перемещения аккумуляторной батареи. Он изготовлен из высокопрочной стали марки S690. Рама крана изготовлена из трубы квадратного профиля. Управление крана ручное, оснащенное гидравлической системой, работающей благодаря рычажному механизму. Кран складной, имеет 6 колес, высота колес от пола 10-15 см, для легкого закатывания под машину.



Рисунок 8 – Кран ES0601B

Второй аналог крана – W107SE, показан на рисунке 9. Кран имеет грузоподъемность до 500 кг и вылет стрелы до 1 метра. Он также оснащен гидравлическим приводом и может использоваться для снятия и установки аккумуляторной батареи. Рама крана изготовлена из трубы квадратного профиля высокопрочной стали марки S355J2. Управление крана ручное, оснащенное гидравлической системой, работающей благодаря рычажному механизму. Крюк оснащен дополнительными цепями, для удобного извлечения аккумуляторной батареи у гибридных автомобилей.

Кран складной, имеет 4 колеса. Высота колес от пола 10-13 см, для удобного закатывания под машину. Масса крана составляет 60кг.



Рисунок 9 – Кран W107SE

Преимуществом первого крана является грузоподъемность до 2 тонн, и вылет стрелы до 1.5м. Он оснащен гидравлическим приводом и изготовлен из высокопрочной стали марки S690. Имеет 6 колес для удобного разворота.

К недостаткам крана можно отнести его большую массу 85 кг, из-за чего будет тяжело его перемещать по территории СТО. Габаритные размеры не удобны для закатывания под автомобиль.

Преимуществом второго крана является грузоподъемность до 500 кг и вылет стрелы до 1 метра. Он также оснащен гидравлическим приводом. Рама крана изготовлена из трубы квадратного профиля, высокопрочной стали марки S355J2. Габаритные размеры удобны для закатывания под автомобиль. Масса крана составляет 60 кг, что облегчить его перемещение по территории СТО.

К недостаткам крана можно отнести его недостаточное количество колес. Имея 4 колеса, кран будет тяжело поворачивать, также от перегруза возможно падение крана (опрокидывание или обрыв стреловых канатов и падение стрелы).

По совокупности свойств второй аналог крана является предпочтительным, так как данный кран является более универсальным, имея массу 60 кг и удобные габаритные размеры, что облегчит процесс закатывания под машину и его перемещения по территории СТО. Данный вариант может быть рекомендован для эскизного проекта и дальнейшего проектирования.

3.4 Расчеты подбора комплектующих

3.4.1 Расчет элементов конструкции гидравлического крана

3.4.2 Определение усилий при подъеме груза

«Усилие на стреле определяется грузоподъемностью крана согласно требованиям технического задания. Учитывая универсальность крана, расчет заключается в подборе домкрата.

Заданное усилие: 100 кг. Для этого усилия производим подбор домкрата. Предлагается конструкция недорогой гидравлический домкрат грузоподъемностью 500 кг.

Исходя из особенностей конструкции крана, грузоподъемность крана определяется, по формуле 27 получим:

$$F = F_d \cdot \eta, \quad (27)$$

где F_d - тяговое усилие домкрата, $F_d = 500$ кг;

$\eta_p = \eta^3$ – КПД передачи усилия от точки подвеса крюка

$$\eta_p = 0,92.$$

Подставив соответствующие значения в формулу 28, получим:

$$F = 450 \cdot 0,92 = 415 \text{ кг} \quad (28)$$

3.4.3 Определение высоты подъема крюка

Высота подъема крюка определится из технических характеристик выбранного домкрата:

l – вылет троса, $l = 2000$ мм;

H_c – высота от пола до верхнего ролика по сборочному чертежу,
 $H_c = 1400$ мм.

Принимается значение высоты подъема $l = 1400$ мм – равной высоте от пола до верхнего ролика.» [3]

3.4.4 Определение усилий перемещения крана.

«Расчет делается для проверки усилия оператора на соответствие нормативному по технике безопасности.

Усилие, необходимые для перемещения по горизонтали колесной безрельсовой тележки после страгивания, определяется по формуле 29

$$F_c \geq W_c = f_k \cdot G \cdot \cos \beta + G \cdot \sin \beta, \quad (29)$$

где F_c – нормативное (принятое) усилие толкания человека, $F_c = 15,0$ кг;

W_c – коэффициент сопротивления качению для цементно-бетонного покрытия $f_k = 0,0185$;

f_k – коэффициент сопротивления качению для булыжного покрытия, $f_k = 0,0026$;

f_k – коэффициент сопротивления качению для грунтового покрытия, $f_k = 0,07$;

G – вес крана с максимальной загрузкой, $G = 580$ кг;

β – продольный угол дорожного полотна, $\beta = 0$;

Подставив соответствующие значения в формулу 29, получим:

$$F_c \geq W_c = 0,0185 \cdot 580 \cdot \cos 0^0 + 580 \cdot \sin 0^0 = 4,44 \text{ кг (для цементно-бетонного покрытия);}$$

$$F_c \geq W_c = 0,0129 \cdot 580 \cdot \cos 0^0 + 580 \cdot \sin 0^0 = 3,096 \text{ кг (для асфальтного покрытия);}$$

$$F_c \geq W_c = 0,026 \cdot 580 \cdot \cos 0^0 + 580 \cdot \sin 0^0 = 6,24 \text{ кг (для булыжного покрытия);}$$

$$F_c \geq W_c = 0,07 \cdot 580 \cdot \cos 0^0 + 580 \cdot \sin 0^0 = 6,24 \text{ кг (для грунтового покрытия);}$$

Усилие необходимое для страгивания с места по горизонтали любой колесной безрельсовой тележки с грузом, определяется по формуле 30

$$W_c = (2 \dots 1,5) \cdot F_c \quad (30)$$

$$W_c = 1,5 \cdot 4,44 = 6,66 \text{ кг (для цементно-бетонного покрытия);}$$

$$W_c = 1,5 \cdot 3,096 = 4,644 \text{ кг (для асфальтного покрытия);}$$

$$W_c = 1,5 \cdot 6,24 = 9,36 \text{ кг (для булыжного покрытия);}$$

$$W_c = 1,5 \cdot 16,8 = 25,2 \text{ кг (для грунтового покрытия);}$$

По результатам расчета видно, что оператора тяжело страгивание крана на грунтовом покрытии.» [4]

3.4.5 Выполнение расчета оси ролика

«На ось стрелы действует сила натяжение троса от веса на крюке, в качестве оси выбран стальной болт диаметром 10, длиной 120 мм марка материала – сталь 40Х.

Проверяем ось стрелы на прочность при изгибе по следующей формуле: 31

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{M_u}{W} \leq \sigma_{\text{изг}}, \quad (31)$$

Где M_u – изгибающий момент,

W – момент сопротивления в расчетном сечении оси, $W = 40,75 \text{ см}^3$.

Строим эпюру нагружения плиты (рисунок 10)

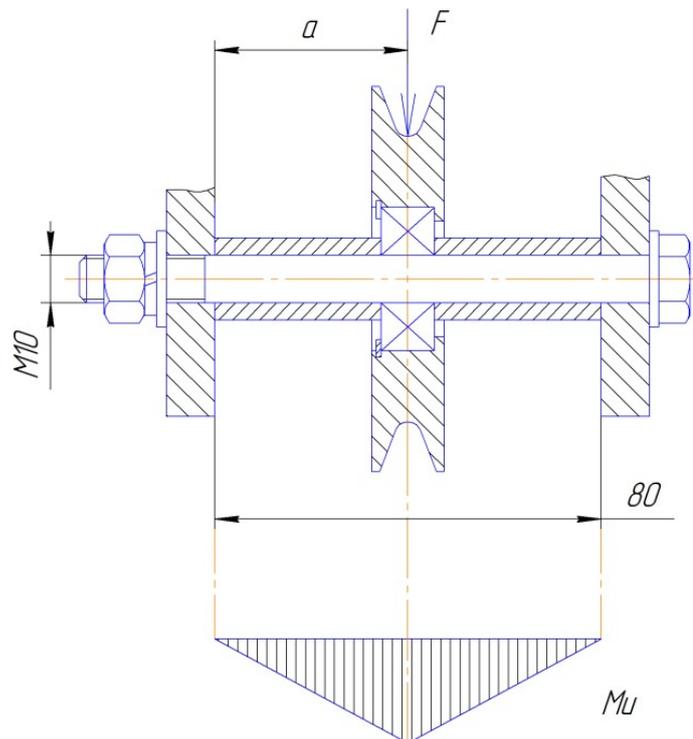


Рисунок 10 – Эпюра нагружения оси стрелы.

Для расчета находим максимальный изгибающий момент по формуле

32

$$M_u = F \cdot a, \quad (32)$$

$$M_u = 450 \cdot 40 = 18000 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

Подставив соответствующие значения в формулу 33, получим:

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{1800}{40.75} = 39,6 \text{ кг/см}^2. \quad (33)$$

$$\sigma_{\text{изг}} = 39,6 \leq \sigma_{\text{изг}} = 350 \text{ кг/мм}^2 \text{ — для марки стали 40Х} \gg [4]$$

Условие выполняется, значит, расчет произведен, верно.

Вывод в результате, в данной главе было рассмотрено аналоги гидравлического крана среди них был выбран наиболее подходящий по техническим характеристикам. Расчёт, приведенный в данной главе, позволил построить конструкции гидравлического крана, что позволило не только создать устройство для удобного извлечения и перемещение аккумуляторной батареи гибридного автомобиля, но и удешевило его цену по сравнению с аналогами.

Глава 4 Технологический процесс снятия аккумуляторной батареи с гибридного автомобиля

4.1 Условия работы гидравлического крана

Гидравлический кран будет использоваться в закрытом помещении с естественным и искусственным освещением. В помещении предусмотрена вентиляция. Температура окружающего воздуха должна быть в диапазоне 15-28°C и влажностью воздуха не более 80%. Для обеспечения эффективности работы кран должно быть установлен на удобную ровную поверхность.

Помещение, где планируется разработка оборудования, должно иметь зону для хранения проектируемого оборудования для достижения эстетической гармонии. Проектируемое оборудование должно быть окрашено в корпоративный цвет. Выступающие части, такие как крюк, цепь и балки, должны быть окрашены в красный цвет с диагональными белыми полосками (цепь и крюк допускается окрасить только в красный цвет).

«Уровень шума при работе крана для извлечения аккумуляторных батарей гибридного автомобиля, должен быть минимальным, чтобы обеспечить комфорт и безопасность работы». [21] [23].

Непосредственно перед работой необходимо проверить: уровень масла в гидравлической системе, убедиться, что уровень масла находится в пределах рекомендуемого диапазона. Проверить состояние стрелы.

4.2 Разработка технологической карты для снятия аккумуляторной батареи у автомобиля Toyota Prius

Для снятия аккумуляторной батареи у автомобиля Toyota Prius сначала нужно подготовить автомобиль. Для этого нужно зафиксировать автомобиль на стояночный тормоз. После этого необходимо открыть и освободить

багажное отделение для доступа к аккумуляторной батарее. Далее открутить 4 болта фальш – пола багажного отделения, используя шестигранник. После снять крышку защитного кожуха аккумулятора, открутив 6 болтов, используя отвертку. После настроить высоту крана и длину стрелы. Далее подкатить кран к автомобилю, после закрепить цепями аккумулятор. Далее поднять трос с аккумулятором при помощи гидравлической системы. После этого откатить кран с аккумулятором от автомобиля и установить аккумулятор на диагностический стенд.

Вывод таким образом, для эффективной работы гидравлического крана, используемого для извлечения аккумуляторных батарей гибридного автомобиля, необходимо обеспечить определенные условия в помещении, такие как удобная ровная поверхность, естественное и искусственное освещение, вентиляция, определенные температурные и влажностные условия. Также важно учитывать эстетические аспекты, такие как окраска оборудования в корпоративный цвет. При этом уровень шума должен быть минимальным для обеспечения комфорта и безопасности работы. Перед началом работы необходимо провести проверку состояния гидравлической системы и стрелы крана.

Глава 5 Экономический раздел

5.1 Технико-экономическое обоснование объекта разработки дипломного проекта

Технико-экономическое обоснование является важной частью любого проекта, включая проектирование технического устройства в рамках дипломного проекта. Оно включает в себя анализ технической и экономической целесообразности выполняемого проекта.

Объектом бакалаврской работы является новое устройство для извлечения аккумуляторной батареи гибридного автомобиля, который обладает уникальным функционалом и улучшенными техническими и эксплуатационными характеристиками. Разрабатываемый агрегат представляет собой сложное техническое устройство, предназначенное для установки на транспортное средство с целью улучшения его технических и эксплуатационных характеристик, а также функциональности.

Проектируемый в рамках бакалаврского проекта узел обладает новыми техническими возможностями, такими как эффективность работы, повышенная производительность, позволяющая облегчить процесс снятия и установки аккумуляторной батареи. Разрабатываемый в рамках дипломного проекта узел дает транспортному средству новый функционал, который включает дополнительные режимы работы, расширенные возможности управления транспортным средством, интеграцию с другими системами и устройствами транспортного средства. Последующая разработка узла может иметь потенциал для дальнейшего развития и модернизации, что сделает транспортные средства, оснащенные данным техническим устройством, более конкурентоспособными на рынке. Таким образом, разработка и внедрение нового устройства с улучшенными характеристиками имеет потенциал для создания продукта, который будет

выделяться на рынке технической новизной и обладать привлекательностью, как для пользователей, так и для эксплуатантов транспортных средств.

Техническая целесообразность разработки нового вида конструкции продиктована требованиями, предъявляемым к современным образцам техники. Так, в конструкции узла применены конструкторские решения, которые позволяют снизить вес конструкции, в первую очередь за счет применения более легких материалов и за счет конструкторских решений, позволяющих уменьшить массу детали без снижения ее прочностных характеристик. Также общий вес конструкции удалось уменьшить за счет более рациональной компоновки деталей.

Расширение функционала автомобиля произведено за счет реализации в ходе конструкторской разработки функционала, ранее не применявшегося в данном типе транспортного средства.

5.2 Расчет затрат и экономической эффективности

В рамках раздела экономической эффективности дипломного проектирования требуется произвести расчет себестоимости конструкции узла и расчет отпускной цены проектируемой конструкции. Расчет стоимости изготовления конструкции рассчитывается по формуле:34

$$C = M + \Pi_{и} + Z_{осн} + Z_{доп} + СС + И_{цех} + И_{зав} + НР=89857 \quad (34)$$

где M – затраты на материалы конструкции, руб.;

$\Pi_{и}$ – затраты на покупные изделия, используемые в конструкции, руб.;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата рабочих, руб.;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата рабочих, руб.;

CC – отчисления на социальное страхование, $CC = 30\%$;

$И_{цех}$ – общецеховые издержки, $И_{цех} = 85\%$;

$И_{зав}$ – общезаводские издержки, $И_{зав} = 110\%$;

НР – накладные расходы, НР = 7,5%

Выполним расчет затрат по каждой из статей расходов на изготовление проектируемой конструкции. Расчет затрат на материалы, используемые в конструкции, рассчитаны в таблице 1. Расчет материальных затрат производится по формуле: 35

$$M = \sum_{i=1}^n M_n \cdot C_n + k_3 \sum_{i=1}^n M_n \cdot C_n = 8165 \quad (35)$$

где M_n – количество материала, ед;

C_n – цена материала за единицу, руб.;

k_3 – коэффициент затрат на транспортировку и доставку, $k_3 = 0,15$

Таблица 22 – Расчет затрат на материалы

Наименование материала	Количество материала	Цена единицы материала	Сумма, руб.
Сталь S690 для изготовление гидравлического крана	50кг	52000/т	2600
Труба квадратного профиля для изготовления рамы крана	5 шт	900/шт.	4500
ИТОГО			7100
Транспортно-заготовительные расходы			2000
ВСЕГО			9100

Статья, учитывающая затраты на покупные изделия и полуфабрикаты, используемые в изготавливаемой конструкции, рассчитываются по формуле:36

$$Пн = \sum_{i=1}^n Пн_n \cdot C_n + k_3 \sum_{i=1}^n Пн_n \cdot C_n = 7810 \quad (36)$$

где Π_n – количество покупных изделий, ед;

C_n – цена за единицу покупного изделия, руб.;

k_3 – коэффициент затрат на транспортировку и доставку, $k_3 = 0,1$

Для удобства проведения расчетов по затратам на закупку и доставку покупных изделий конструкции, сведем их в таблицу 22.

Таблица 22 – Расчет затрат на покупные изделия

Наименование и вид покупного изделия	Количество покупных изделий	Цена за единицу, руб	Сумма, руб
Домкрат (гидравлический М-55)	1	2000	2000
Крюковая крановый	1	4000	4000
Колесо D160	4	1100	4400
Цепь (для крепление АКБ)	1	600	600
Шарнир	1	1200	1200
Фиксатор	1	1500	1500
Кронштейн	1	400	400
Поворотная платформа	1	5000	5000
ИТОГО	11	15800	19100
Транспортно-заготовительные расходы			5900
ВСЕГО			25000

Наряду с затратами на материалы и покупные изделия, при изготовлении новой конструкции предприятие несет издержки также на заработную плату, как основную, так и дополнительную. Расчет заработной платы производится по формуле: 37

$$Z_0 = \sum_{i=1}^n (T_i \cdot C_{Ti} \cdot k_{чi} \cdot k_{пр}) = 19800 \quad (37)$$

где T_i – трудоемкость выполнения i -той операции, чел-час;

C_{Ti} – часовая тарифная ставка рабочего, занятого на выполнении i -той операции, руб.;

$k_{ч_i}$ – коэффициент доплат заработной платы до часового фонда работающих, $k_{ч_i} = 1,05 \dots 1,15$;

$k_{пр}$ – коэффициент премирования, $k_{пр} = 1,24$.

Расчет основной заработной платы рабочих приводится в таблице 23.

Таблица 23 – Расчет основной заработной платы

Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость, чел-час	Часовая тарифная ставка	Основная зарплата
Слесарная	4	0,4	185,25	19800
ИТОГО				19800
Основная заработная плата				19800

Наряду с основной заработной платой, рассчитывается размер дополнительной заработной платы. Дополнительная заработная плата – это переменная часть общей заработной платы, которая выплачивается рабочему, например за определенные условия труда и как определенная гарантия от работодателя. Расчет заработной платы производится по формуле: 38

$$З_{доп} = З_о \cdot k_{доп} = 4950 \quad (38)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, $k_{доп} = 0,25$.

Отчисления в фонд социального страхования являются важным компонентом формирования фонда оплаты труда. В отличие от основной и дополнительной заработной платы, эта часть фонда оплаты труда не выплачивается работнику, а оплачивается работодателем в фонд социального страхования напрямую. Расчет величины отчислений в фонд социального страхования рассчитывается по формуле: 39

$$З_{ФСС} = (З_о + З_{доп}) \cdot 0,3 = 7425 \quad (39)$$

Также предприятие несет издержки, связанные с ремонтом оборудования и его обслуживанием. Соответственно, эта статья затрат должна находить свое отношение в структуре себестоимости. Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования определяется как процент от затрат на основную заработную плату. В соответствии с принятой практикой расчетов, принимаем для затрат на содержание и эксплуатацию 104% от затрат на основную заработную плату. Расчет производится по формуле: 40

$$P_{об} = Z_о \cdot 1,04 = 20592 \quad (40)$$

Общехозяйственные расходы – это расходы по цеху, занятого в производственном процессе. Как правило, это расходы, связанные с поддержанием работоспособности цеха, транспортировкой и технологическими перемещениями внутри цеха и заработную плату вспомогательного персонала. Расчет общехозяйственных расходов производится как процент от затрат на основную заработную плату. В соответствии с принятой практикой расчетов, принимаем для затрат на общехозяйственные расходы 25% от затрат на основную заработную плату. Расчет производится по формуле: 41

$$P_{ох} = Z_о \cdot 0,25 = 4950 \quad (41)$$

Общепроизводственные расходы – это расходы предприятия, связанные с выпуском продукции и осуществлением хозяйственной и коммерческой деятельности. Как правило, общепроизводственные расходы включают в себя комплекс расходов, связанных с функционированием предприятия, включая затраты на заработную плату инженерно-технического и административно-управленческого персонала. В соответствии с принятой практикой расчетов, принимаем для затрат на общепроизводственные

расходы 30% от затрат на основную заработную плату. Расчет производится по формуле: 42

$$P_{оп} = Z_о \cdot 0,30 = 5940 \quad (42)$$

Сведение всех статей расходов в общую сумму, даст величину производственной себестоимости продукции. Это затраты предприятия на производство продукции. Добавление к производственной себестоимости внепроизводственных расходов, связанных с продвижением продукции на рынке, позволит рассчитать величину полной себестоимости. Для простоты и удобства восприятия, все статьи расходов сведем в таблицу 24.

Таблица 24 – Расчет себестоимости конструкции

Наименование статьи затрат	Сумма, руб	%
Затраты на материалы	7100	7,9
Затраты на покупные изделия	19100	21,3
Зарплата основная	19800	22
Зарплата дополнительная	4950	5,5
Отчисления на соцстрах	7425	8,3
Расходы на содержание оборудования	20592	22,9
Общепроизводственные расходы	5940	6,6
Общехозяйственные расходы	4950	5,5
Производственная себестоимость	89857	100
Внепроизводственные расходы	7900	–
Полная себестоимость	97757	–

Расчет полной себестоимости дает возможность выполнить расчет цены изделия и определить экономический эффект от их внедрения. Расчет

цены и оценка экономического эффекта будет произведен в соответствующем подразделе экономического раздела дипломного проекта.

5.3 Расчет экономического эффекта от разработанной конструкции

Экономический эффект от разработки новой конструкции является комплексным показателем, свидетельствующим об общей успешности разработанной конструкции. Экономический эффект выражается в получении дополнительной прибыли от увеличения отпускной цены. Отчасти это может объясняться большими затратами на изготовление конструкции, а отчасти повышенным спросом со стороны потребителя на разработанную конструкцию, что объясняется лучшими эксплуатационными показателями.

Для определения экономического эффекта необходимо рассчитать отпускную цену на разработанное изделие. В отпускную цену включается прибыль, которую предприятие предполагает получить от продажи изделия, а также налог на добавленную стоимость (НДС). Предполагается уровень рентабельности на уровне 15%, а НДС 20%. Расчет производится по формуле: 42

$$Ц_{и} = С_{п} + С_{п} \cdot 0,15 + С_{п} \cdot 0,20 = 131972 \quad (43)$$

Принимаем отпускную цену $Ц_{и} = 131972$ руб. Как было отмечено ранее, экономический эффект будет достигнут за счет увеличения цены для конечного потребителя, за счет чего и будет получена прибыль предприятия. Расчет производится по формуле: 43

$$\mathcal{E} = Ц_{и} - Ц = 106932 \quad (44)$$

где $Ц$ – средняя цена изделия до модернизации, руб.

В соответствии с произведенным анализом, выявлена цена на изделие на рынке у разных продавцов. Анализ средней стоимости приведен в таблице 25.

Таблица 25 – Расчет средней цены изделия

Наименование крана	Цена изделия, руб
ES0601B	21 072
EQFS ES0402	19 950
T32002	28 700
T62202	30 440

Исходя из определенной средней цены, выполним расчет экономического эффекта для одного изделия.

Предполагается объём реализации в количестве одного изделия. Тогда годовой экономический эффект составит:

$$Эг = Э \cdot N = 25040 \quad (45)$$

где N – объём реализации продукции, ед.

Рассчитанный экономический эффект можно использовать при более детальной проработке эффективности внедрения изделия, которое позволит рассчитать срок окупаемости проекта, социальный эффект и ряд иных показателей, которые лежат вне рамок выполнения экономического раздела выпускной квалификационной работы.

Результатом выполнения экономического раздела выпускной квалификационной работы явился расчет стоимости изготовления конструкции нового вида и определения величины экономического эффекта.

Объектом бакалаврского проектирования явился новый тип узла транспортного средства, который обладает уникальным функционалом и улучшенными техническими и эксплуатационными характеристиками.

Разрабатываемый агрегат представляет собой сложное техническое устройство, предназначенное для установки на транспортное средство с целью улучшения его технических и эксплуатационных характеристик, а также функциональности.

Проектируемый в рамках бакалаврского проекта узел обладает новыми техническими возможностями, такими как эффективность работы, повышенная производительность, позволяющая уменьшить расход топлива, надежность и долговечность. Таким образом, разработка и внедрение нового агрегата с улучшенными характеристиками имеет потенциал для создания продукта, который будет выделяться на рынке технической новизной и обладать привлекательностью как для пользователей, так и для эксплуатантов транспортных средств.

Расчет полной себестоимости дает возможность выполнить расчет цены изделия и определить экономический эффект от их внедрения. Расчет цены и оценка экономического эффекта будет произведен в соответствующем подразделе экономического раздела дипломного проекта. В результате произведенных расчетов определена себестоимость изделия, $Sp = 97757$ руб.

Определение себестоимости позволило рассчитать отпускную цену на разработанное изделие. В отпускную цену включается прибыль, которую предприятие предполагает получить от продажи изделия, а также налог на добавленную стоимость (НДС). Принимаем отпускную цену $Cи = 131972$ руб.

Экономический эффект от разработки новой конструкции является комплексным показателем, свидетельствующим об общей успешности разработанной конструкции. Экономический эффект выражается в получении дополнительной прибыли от увеличения отпускной цены.

Отчасти это может объясняться большими затратами на изготовление конструкции, а отчасти повышенным спросом со стороны потребителя на разработанную конструкцию, что объясняется лучшими эксплуатационными показателями. Предполагается объём реализации в количестве 1 изделия. Тогда годовой экономический эффект составит, $Эг = 25040$ руб.

Рассчитанный экономический эффект можно использовать при более детальной проработке эффективности внедрения изделия, которое позволит рассчитать срок окупаемости проекта, социальный эффект и ряд иных показателей, которые лежат вне рамок выполнения экономического раздела выпускной квалификационной работы. На основании всего вышеизложенного, можно сделать вывод о выполнении задач, поставленных в рамках выполнения экономического раздела.

Вывод в результате главы получен, себестоимость гидравлического крана составляет 97757 рублей, а также рассчитан годовой экономический эффект, который составляет 25040 рубля.

Глава 6 Технологическая безопасность при работе на устройстве

Технологическая безопасность при работе на устройстве гидравлический кран включает в себя ряд важных мер, таких как регулярная проверка состояния гидравлических систем, обучение персонала правильной эксплуатации крана, соблюдение предписанных процедур по безопасности при подъеме и перемещении грузов, а также использование соответствующих защитных средств и оборудования.

Кроме того, важно регулярно проводить техническое обслуживание гидравлического крана, следить за состоянием гидравлических шлангов и соединений, а также обеспечивать правильное хранение и обслуживание гидравлических масел. Также необходимо соблюдать все инструкции по безопасной эксплуатации крана, а также проходить обучение по безопасности на рабочем месте.

Дополнительно, рекомендуется проводить обучение операторов крана по правилам безопасной эксплуатации, а также обучать их распознавать признаки потенциальных проблем или неисправностей крана. Регулярно проверяйте работу всех устройств управления краном, а также следите за состоянием тросов, блоков и других грузоподъемных механизмов. Не допускайте перегрузки крана и всегда соблюдайте рекомендации производителя по эксплуатации и обслуживанию оборудования.

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

- ГОСТ 2.601—2006 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы ГОСТ 12.2.058—81 Система стандартов безопасности труда. Краны грузоподъемные. Требования к цветовому обозначению частей крана, опасных при эксплуатации;

- ГОСТ 12.4.026—76 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные и знаки безопасности;

- ГОСТ 1451—77 Краны грузоподъемные. Нагрузка ветровая. Нормы и метод определения;

- ГОСТ ISO 13857—2012 Безопасность машин. Безопасные расстояния для предохранения верхних и нижних конечностей от попадания в опасную зону;

- ГОСТ 15150—69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды;

- ГОСТ 27555—87 (ИСО 4306-1—85) Краны грузоподъемные. Термины и определения;

- ГОСТ 31271—2002 Краны грузоподъемные. Правила и методы испытаний;

- ГОСТ 32578—2013 Краны грузоподъемные. Металлические конструкции. Требования к материалам;

- ГОСТ 32579.1—2013 Краны грузоподъемные. Принципы формирования расчетных нагрузок и комбинаций нагрузок. Часть 1. Общие положения;

- ГОСТ 33167—2014;

- ГОСТ 33166.1 — 2014 Краны грузоподъемные. Требования к механизмам. Часть 1. Общие положения.

Вывод таким образом, технологическая безопасность при работе на устройстве гидравлического крана играет ключевую роль в обеспечении безопасности персонала и предотвращении возможных аварийных ситуации.

Для этого необходимо регулярно проверять состояние гидравлического крана, обучать персонал правильной эксплуатации.

Заключение

В результате проведенного исследования и разработки проекта универсальной станции технического обслуживания на 7000 автомобилей была решена ключевая задача, связанная с проектированием устройства для извлечения аккумуляторных батарей с гибридных автомобилей. В ходе работы удалось глубоко изучить и проанализировать проблему снятия и установки аккумуляторных батарей, расположенных в багажном отсеке автомобиля. Для облегчения этого процесса был разработан и успешно внедрен гидравлический кран, который значительно упрощает демонтаж и монтаж аккумуляторов.

В ходе исследования были проведены технологический расчет станции, разработано объемно-планировочное решение производственного корпуса, выполнен сравнительный анализ существующих аналогов оборудования, а также рассмотрены экономические аспекты, вопросы безопасности и экологичности.

Работа разделена на введение, пять глав, заключение, таблицы, список литературы, и графическую часть на шести листах формата А1. В заключении представлены результаты проектирования станции технического обслуживания и устройства для извлечения и установки аккумуляторных батарей. Разработка гидравлического крана показала свою эффективность, позволив значительно упростить и ускорить процесс демонтажа аккумуляторов с гибридных автомобилей.

Подводя итоги, следует отметить, что данная работа является актуальной и значимой, особенно в контексте растущего числа гибридных автомобилей и необходимости их качественного обслуживания. Разработанное устройство не только облегчает снятие аккумуляторов, но и способствует повышению общей эффективности работы станции технического обслуживания.

Список используемой литературы

1. Автомобили с гибридным приводом: Учебное пособие / под ред. В.Ф. Щербакова. - М.: Издательство «Академия», 2017. - 208 с.
2. Афанасьев Л.Л. «Гаражи и станции технического обслуживания автомобилей. Альбом чертежей». - М.: Транспорт, 1969, 192 стр.
3. ГОСТ 27555—87 (ИСО 4306-1—85) Краны грузоподъемные. Термины и определения
4. ГОСТ 33166.1— 2014 Краны грузоподъемные. Требования к механизмам. Часть 1. Общие положения
5. ГОСТ 33166.2— 2014 Краны грузоподъемные. Требования к механизмам. Часть 2. Краны стреловые самоходные
6. ГОСТ 33169— 2014 Краны грузоподъемные. Металлические конструкции. Подтверждение несущей способности
7. ГОСТ 33173.2— 2014 Краны грузоподъемные. Кабины. Часть 2. Краны стреловые самоходно
8. Гусаков А.А., Камаев А.Г. «Гидравлические машины и гидропривод: Учебное пособие». - М.: Издательский дом «Велби», 2008. - 448 с.
9. Гусаков А.А., Камаев А.Г. «Гидравлические машины и гидропривод: Учебное пособие». - М.: Издательский дом «Велби», 2008. - 448 с.
10. Епишкин В.Е. Проектирование станций технического обслуживания автомобилей: Учебное пособие по дисциплине «Проектирование предприятий автомобильного транспорта»: для студентов специальности 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство» / В.Е. Епишкин, А.П. Караченцев, В.Г. Остапец - Тольятти: ТГУ, 2009. - 284 с.
11. Конев В.И., Наумов С.Н. «Гибридные автомобили». - М.: Транспорт, 2014. - 272 с.

12. Масуев М.А. Проектирование предприятий автомобильного транспорта. Учебное пособие для вузов. Махачкала: МФ МАДИ (ГТУ), 2002.
13. Мельников Ю.Г. «Гидравлические и пневматические приводы: Справочник». - СПб.: Лань, 2005. - 512 с.
14. Мельников Ю.Г. «Гидравлические и пневматические приводы: Справочник». - СПб.: Лань, 2005. - 512 с.
15. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: Учеб.для вузов. - 2-е изд., перераб. И доп. - М.: Транспорт, 1993.
16. Петин Ю. П. Методические указания “ Технологический расчёт СТО”
17. Проектирование предприятий автомобильного транспорта: учеб. для студентов специальности “Техническая эксплуатация автомобилей” учреждений, обеспечивающих получение высш. образования / М.М.Болбас [др.]; под ред. М.М.Болбаса. - Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2004. - 528/с.: ил.
18. Пучков В.С. «Гидравлика: Учебник для вузов». - М.: Издательский дом МЭИ, 2005. - 416 с.
19. Naunheimer H., Bertsche B., Ryborz J., Novak W. Automotive Transmissions: Fundamentals, Selection, Design and Application. – Second Edition. – Springer: Heidelberg, Dordrecht, London, New York, 2011. – 715 p.
20. Design practices: Passenger car automatic transmission. SAE International. Warrendale, Pennsylvania, 2012. – 1020 p. 23.
21. Bruce P. Minaker. Fundamentals of Vehicle Dynamics and Modelling. Wiley, 2019 - 218 p.
22. Bosch Automotive Handbook, 9th Edition. Robert Bosch GmbH, 2019 - 1391 p.
23. Georg Rill. Road Vehicle Dynamics: Fundamentals and Modeling. CRC Press, 2011 - 362 p.