

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильное хозяйство

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Универсальная СТО на 1500 автомобилей. Кузовной участок

Студент

О.Ю. Добровольский

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.В.Зотов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

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

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Аннотация

В представленном проекте бакалавра спроектирована универсальная СТО на 1500 автомобилей.

Произведен технологический расчет предприятия с учетом всего спектра необходимых на современном рынке работ и услуг, по результату которого выбраны структурные параметры участков, число постов техобслуживания и ремонта автомобилей. Определена планировка производственного корпуса, участка производства работ по мойке, участка производства работ по приемке и выдаче транспортных средств, участка проведения диагностических операций, участка технического обслуживания автомобилей, участка проведения работ по текущему ремонту автомобилей, участка кузовных и малярных работ.

Более детально рассмотрен участок кузовных работ. Указан список выполняемых работ и выполнена схема расстановки технологического оборудования.

В конструкторской части выполнен проект стенд для восстановления геометрии кузова, проведен расчёт основных узлов конструкции стенда.

Принят алгоритм выполнения восстановления геометрии кузова автомобиля, с применением разработанного в конструкторской части стенда.

Осуществлен анализ вредных и опасных производственных факторов в кузовном участке и принят список мероприятий по минимизации из воздействия, рассмотрены вопросы техники безопасности.

Содержание

Введение.....	5
1 Технологический расчет СТО на 1500 автомобилей.....	6
1.1 Выбор и обоснование исходных данных.....	6
1.2 Расчет общего объема работ в годовой период (по видам).....	7
1.3 Распределение обще годового объема проводимых работ по техобслуживанию и текущему ремонту автомобилей по конкретным видам работ.....	9
1.4 Определение числа производственных постов.....	10
1.5 Группировка работ по основным производственным участкам	13
1.6 Определение количества мест для ожидания и хранения транспортных средств.....	15
1.7 Определение количества производственного	15
и вспомогательного персонала	15
1.8 Определение площадей производственных помещений	19
1.8.1 Участок уборочно-моечных работ	20
1.8.2 Участок приемки-выдачи автомобилей.....	21
1.8.3 Участок диагностики автомобилей.....	21
1.8.4 Участок постовых работ ТО автомобилей	22
1.8.5 Участок постовых работ ТР автомобилей.....	23
1.8.6 Участок кузовных работ.....	23
1.8.7 Участок малярных работ	23
1.9 Расчет площадей складских и вспомогательных помещений.....	25
1.10 Проектирование производственного подразделения	27
1.11 Расчет и оценка удельных показателей СТО	31
1.12 Определение суммарной площади производственного корпуса	33
2 Анализ аналогов технологического оборудования стенда для правки кузовов автомобилей.....	34
3 Конструкторский расчет стенда для правки кузова легкового автомобиля ..	41

3.1	Техническое задание.....	41
3.2	Техническое предложение	43
3.3	Предварительный проектный расчет	47
3.4	Расчеты основных элементов конструкции	48
3.4.1	Расчет на прочность основной рамы.....	48
3.4.2	Расчет сварных соединений устройства.....	50
3.4.3	Выбор гидроцилиндра силовой башни.....	51
3.4.4	Прочностной расчет консоли силовой башни	52
3.5	Руководство по эксплуатации.....	55
3.6	Технологическая инструкция	57
4	Технологический процесс правки кузова легкового автомобиля.....	58
4.1	Описание детали	58
4.2	Возможные повреждения кузова.....	58
4.3	Общие принципы восстановления геометрии кузова на стапеле	60
4.4	Технологический процесс восстановления геометрии кузова на стенде.....	61
5	Безопасность и экологичность технологического объекта.....	63
5.1	Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.....	63
5.2	Идентификация профессиональных рисков.....	64
5.3	Методы и средства снижения профессиональных рисков	65
5.4	Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	67
5.4.1	Идентификация опасных факторов пожара	67
5.4.2	Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта	67
5.5	Обеспечение экологической безопасности технического объекта	69
	Заключение	71
	Список используемых источников.....	72
	Приложение А Планировка производственных помещений.....	75
	Приложение Б Планировка кузовного участка	76

Приложение В Лист анализа аналогов технологического оборудования.....	77
Приложение Г Стенд правки кузова легкового автомобиля	78
Приложение Д Детализованный чертеж стапеля.....	79
Приложение Е Спецификация	80
Продолжение Приложения Е	81
Приложение Ж Технологическая карта правки кузова автомобиля.....	82

Введение

Автомобильный транспорт – это сложная и взаимосвязанная система, особое место в которой занимает сегмент обслуживания и ремонта. Конструкции автомобилей становятся сложнее, инфраструктура автосервисов развивается, выделяются различные ценовые сегменты.

Проведение обслуживающих и ремонтных операций с автомобилями изо дня в день становится все более прибыльным видом бизнеса. Особое место в совокупности работ по ремонту автомобиля занимают кузовные работы. Начиная со специального оборудования и оснастки, которое позволяет восстанавливать первоначальные формы кузовных деталей и геометрию кузова автомобиля в целом, требуются технические знания современных материалов, сплавов, конструкций кузова и особенностей на них воздействия. Кроме того – некачественно выполненная работа влечет за собой большие финансовые риски для владельца, что побуждает автовладельцев обращаться к специалистам.

Все вышесказанное обеспечивает актуальность рассмотрения вопросов, касающихся проектирования авто сервисных предприятий и, в частности, проработки вопросов, касающихся кузовного ремонта.

Цель работы – комплексно подойти к вопросу кузовного ремонта автомобиля на современной СТО. Проработать вопросы, связанные с планировкой помещения СТО в целом и кузовного участка в частности, разработать оборудование, рассмотреть применяющиеся на рынке аналоги подобных устройств, на основании сильных и слабых сторон путем конструкторского анализа определить наилучшее конструкторское решение, произвести все необходимые расчеты.

Кроме того, в работе будет рассмотрена технология производства кузовного ремонта с применением разработанного оборудования. Будут проработаны вопросы производственной безопасности и охраны труда на кузовном участке, а также, влияние подразделения на окружающую среду.

1 Технологический расчет СТО на 1500 автомобилей

1.1 Выбор и обоснование исходных данных

За исходные данные для проектирования возьмем:

- тип проектируемой СТО – городская, универсальная;
- число автомобилей, обслуживаемых станцией в год, $N_{\text{СТО авт.}}$ – 1500 автомобилей малого класса;
- количество рабочих дней СТО в году – $D_{\text{РАБ}}$, дн. – 305 дней;
- число рабочих смен – $C = 2$;
- продолжительность смены – T_C , ч - 7;
- общее количество визитов транспортных средств на техническое обслуживание и текущий ремонт в промежуток, равный одному году, из расчета на одну единицу (транспортное средство, обслуживаемое в комплексе) – 2 раза;
- количество визитов для проведения уборно-моечных работ в промежуток, равный одному году, из расчета на одну единицу (транспортное средство, обслуживаемое в комплексе) – 5 раз;
- совокупность климатических факторов, влияющих на эксплуатацию автомобилей, обслуживаемых станцией тех. обслуживания – умеренный климат;
- пробег транспортного средства из расчета на год, в среднем – L_T , км - 16000;
- габаритные размеры автомобиля – $L \times B \times H$, мм – 4400×1800×1500

Исходные данные для курсового проектирования представляем в табличной форме, таблица 1.

Таблица 1 – Исходные данные для курсового проектирования

Параметр, ед. изм.	Условное обозначение	Значение в ед. изм.
Тип станции, рассматриваемый в проекте		универсальная
Среднегодовой пробег обслуживаемых автомобилей, км	L_r	16000
Количество обслуживаемых автомобилей	$N_{СТО}$	1500
Количество рабочих дней СТО в году, дн.	$D_{раб}$	305
Число рабочих смен	C	2
Продолжительность смены, ч	T_c	7
Природно-климатический район		умеренный

1.2 Расчет общего объема работ в годовой период (по видам)

Общий объем работ из расчета на год по техобслуживанию и текущему ремонту транспортных средств можно определить по формуле [9]:

$$T_r = \frac{N_{сто} \cdot L_r \cdot t}{1000} \quad (1)$$

где $N_{сто}$ – количество транспортных средств, проходящих обслуживание в годовой период;

L_r – пробег автомобилей из расчета на год, км;

t – скорректированная удельная трудоемкость работ по техобслуживанию и текущему ремонту, взятая на одну тысячу километров пробега.

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

где t_H – нормативная трудоемкость выполнения ТО, ТР (согласно [9] удельная трудоемкость выполнения ТО, ТР для автомобилей малого класса = 2,3 чел ч/1000 км);

K_{IIIP} – коэффициент, учитывающий природно-климатический район (в умеренном климатическом районе $K_{IIIP} = 1,0$);

K_{II} – коэффициент, учитывающий количество рабочих мест в

проекте СТО (мощность СТО).

На данный момент количеством рабочих мест и персонала на станции техобслуживания не определено. Вычислим данный параметр в первом приближении по формуле:

$$X_{\text{пр1}} = \frac{5,5 \cdot N_{\text{СТО}} \cdot L_{\Gamma} \cdot t_{\text{H}} \cdot K_{\text{пр}}}{10000 \cdot D_{\text{пр}} \cdot T_{\text{см}} \cdot C} \quad (3)$$

Проведя подстановку численных значений, в том числе, основываясь на таблице 1, получаем:

$$X_{\text{пр1}} = 5,5 \cdot 1500 \cdot 16000 \cdot 2,3 \cdot 1,0 / (10000 \cdot 305 \cdot 7 \cdot 2) = 7 \text{ постов}$$

Принимая за основу рекомендации [9] по мощности СТО принимаем $K_{\text{п}} = 1,0$, и, следовательно:

$$t = 2,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,3 \text{ чел-ч}$$

$$T_{\text{ТОиТР}} = 1500 \cdot 16000 \cdot 2,3 / 1000 = 55200 \text{ чел-ч}$$

Объем на участке УМР из расчета на год

Объем в годовой период времени на участке УМР - $T_{\text{УМР}}$. (выраженный в чел-ч) можно вычислить, основываясь на параметре d (количество заездов на СТО транспортных средств в годовой период) и параметра усредненной трудоемкости работ $t_{\text{УМР}}$ [13]:

$$T_{\text{УМР}} = N_{\text{УМР}} \cdot d \cdot t_{\text{УМР}} \quad (4)$$

где $N_{\text{УМР}}$ – число транспортных средств, над которыми производятся УМР;

d – общее число визитов на мойку в годовой период на 1 транспортное средство, обслуживаемое в комплексе ($d = 5$);

$t_{\text{УМР}}$ – параметр удельной трудоемкости уборно-моечных работ, ($t_{\text{УМР}} = 0,2$ чел-ч.

Поскольку, выполнение УМР на коммерческой основе на проектируемой станции не предусматривается, тогда $N_{\text{УМР}} = N_{\text{СТО}}$.

$$T_{\text{умр}} = 1500 \cdot 5 \cdot 0,2 = 1500 \text{ чел-ч}$$

Объем работ по приемке-выдаче автомобилей из расчета на год

Указанный параметр, имеющий обозначение $T_{\text{ПК}}$ можно рассчитать по следующей формуле:

$$T_{\text{ПВ}} = N_{\text{СТО}} \cdot d_{\text{нв}} \cdot t_{\text{нв}} \quad (5)$$

где $d_{\text{ПВ}}$ – число заездов в год на техобслуживание и текущий ремонт из расчета на одно транспортное средство, обслуживаемое в комплексе ($d = 2$);

$t_{\text{ПВ}}$ – трудоемкость по приемке-выдаче ($t_{\text{ПК}} = 0,2$ чел-ч).

$$T_{\text{ПК}} = 1500 \cdot 2 \cdot 0,2 = 600 \text{ чел-ч}$$

$$T_{\Gamma} = 55200 + 1500 + 600 = 57300 \text{ чел-ч}$$

1.3 Распределение обще годового объема проводимых работ по техобслуживанию и текущему ремонту автомобилей по конкретным видам работ

Количество рабочих мест по указанным типам работ (техобслуживание и текущий ремонт) определяется исходя из распределения объёма работ по типу и месту их проведения. Данная величина же, зависит от суммарного количества рабочих мест на станции, полученного во втором приближении.

Формула определения количества рабочих мест на станции во втором приближении следующая [9]:

$$X_{\text{пр2}} = \frac{0,6 \cdot T}{D_{\text{РГ}} \cdot T_{\text{СМ}} \cdot C} \quad (6)$$

$$X_{\text{пр2}} = 0,6 \cdot 55200 / (305 \cdot 7 \cdot 2) = 7,77 \approx 8 \text{ постов.}$$

Распределение общего годового объема работ для станции по видам и

месту выполнения согласно рекомендаций сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Распределение годового объема работ, выполняемых на станции

Виды работ, предусмотренные в техобслуживании и текущем ремонте	Распределение выполняемых работ		Соотношение постовых работ и работ на участках			
			на рабочих местах		на производственных участках	
	%	чел-ч	%	чел-ч	%	чел-ч
Работы по контролю и диагностике ТС	5	2760	100	2760	–	0
Полнообъемное техобслуживание	25	13800	100	13800	–	0
Работы по смазке	4	2208	100	2208	–	0
Установка регулируемых параметров передних колес (углы)	5	2760	100	2760	–	0
Ремонт и установка регулируемых параметров тормозов	5	2760	100	2760	–	0
Электротехнические	5	2760	80	2208	20	552
Работы по системе питания	5	2760	70	1932	30	828
Работы по ремонту и обслуживанию АКБ	2	1104	10	110	90	994
Шиномонтажные работы	5	2760	30	828	70	1932
Ремонт узлов, систем и агрегатов	10	5520	50	2760	50	2760
Кузовные и арматурные	10	5520	75	4140	25	1380
Окрасочные работы	10	5520	100	5520	–	0
Обойные работы	1	552	50	276	50	276
Слесарно-механические	8	4416	0	0	100	4416
ИТОГО по ТО и ТР	100	55200	–	42062	–	13138
Уборка, мойка	100	1500	100	1500	–	–
Приемка/выдача	100	600	100	600	–	–
Итого по станции	–	57300	–	44162	–	13138

1.4 Определение числа производственных постов

Число постов для выполнения работ по техобслуживанию и текущему ремонту, работ по диагностике, разборочно-сборочных работ и регулировке, кузовных и окрасочных работ, а также мест для мойки автомобилей при

помощи переносного оборудования можно рассчитать по общей формуле:

$$X_i = \frac{T_{\Gamma\Pi} \cdot K_H}{D_{pz} \cdot T_{CM} \cdot C \cdot P \cdot K_{исп}} \quad (7)$$

где $T_{\Gamma\Pi}$ – параметр объема соответствующего вида работ в чел-ч;
 $K_H = 1,15$ - коэффициент неравномерности загрузки постов, отражающий незапланированный характер появления необходимости в тех или иных технических воздействиях;
 $K_{исп}$ – коэффициент использования рабочего времени поста, в последующих вычислениях примем: $K_{исп} = 0,94$ при сменной загрузке станции в 2 смены;
 P – количество персонала, одновременно производящих работы на одном и том же рабочем месте.

Количество мест для производства работ по мойке автомобилей, оснащенных специализированным механизированным моечным оборудованием, можно рассчитать следующим образом:

$$X_{OKP} = \frac{N_{CCM} \cdot \varphi_{умр}}{T_O \cdot H_O \cdot \eta_{умр}} \quad (8)$$

где N_{CCM} – количество транспортных средств, заезжающих на пост для проведения работ по уборке и мойке;
 T_O – загруженность моечного оборудования из расчета на сутки, в часах (двусменный график, семичасовые смены);
 H_O – производительность оборудования из расчета в час (для дальнейших вычислений – значение параметра: 10 транспортных средств/ час, табл. 2.27) [9];
 $\varphi_{умр}$ – коэффициент неравномерности поступления транспортных средств на посты уборки и мойки (для станций, имеющих не менее десяти включительно рабочих мест, возьмем 1,4);

$\eta_{\text{умр}}$ – коэффициент использования рабочего времени поста, для участка по уборке и мойке считается как 0,9.

$$N_{\text{ССМ}} = N_{\text{СТО}} \cdot d / D_{\text{р.г.}} = 1500 \cdot 5 / 305 = 24,6 \approx 25$$

$$X_{\text{ОКР}} = 25 \cdot 1,4 / (14 \cdot 10 \cdot 0,9) = 0,3$$

Количество рабочих мест на участке проведения работ по приемке и выдаче т/с:

$$X_{\text{ПР}} = \frac{2N_{\text{С}} \cdot K_{\text{н}}}{T_{\text{СМ}} \cdot C \cdot A_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{ИСП}}} \quad (9)$$

где $N_{\text{С}}$ – количество т/с, принимаемых на станцию в сутки, авт/сут
 $K_{\text{н}}$ – коэффициент неравномерности поступления т/с на посты приёмки-выдачи (для расчетов в дальнейшем возьмем $K_{\text{н}} = 1,5$);
 $K_{\text{ИСП}}$ – коэффициент использования рабочего времени поста, (возьмем коэффициент равный 0,94 при графике в две смены);
 $A_{\text{ПР}}$ – пропускная способность поста приёмки, (принимается для городских СТО $A_{\text{ПР}} = 3$ авт/ч).

$$N_{\text{С}} = \frac{N_{\text{СТО}} \cdot d_{\text{н}}}{D_{\text{р.г.}}} \quad (10)$$

$$N_{\text{С}} = 1500 \cdot 2 / 305 = 9,84 \approx 10$$

$$X_{\text{ПР}} = 2 \cdot 10 \cdot 1,5 / (7 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 0,94) = 0,8$$

Исходные параметры и определенные в ходе расчетов параметры числа рабочих мест для каждого типа проводимых работ, при условии, что их количество находится в спектре от 5 до 10, приведено в таблице 3.

Таблица 3 – Расчет числа рабочих постов

Наименование видов работ ТО и ТР	Объем постовых работ	K _н	K _{исп}	P	Число постов X
Работы по контролю и диагностике ТС	2760	1,15	0,94	1	0,8
Полно объемное техобслуживание	13800	1,15	0,94	2	2
Работы по смазке	2208	1,15	0,94	2	0,3
Установка регулируемых параметров передних колес (углы)	2760	1,15	0,94	2	0,4
Ремонт и установка регулируемых параметров тормозов	2760	1,15	0,94	2	0,4
Электротехнические	2208	1,15	0,94	2	0,3
Работы по системе питания	1932	1,15	0,94	2	0,3
Работы по ремонту и обслуживанию АКБ	110	1,15	0,94	2	0,02
Шиномонтажные работы	828	1,15	0,94	2	0,1
Ремонт узлов, систем и агрегатов	2760	1,15	0,94	2	0,4
Кузовные и арматурные	4140	1,15	0,94	1,5	0,8
Окрасочные работы	5520	1,15	0,94	1,5	1,1
Обойные работы	276	1,15	0,94	2	0
Работы по уборке и мойке	1500	–	–	–	0,3
Работы по приемке и выдаче	600	1,5	0,94	–	0,8
Итого					8,02

1.5 Группировка работ по основным производственным участкам

Предлагается провести следующее перепрофилирование и частичное объединение технологически совместимых работ на постах, таблица 4 и 5.

Таблица 4 – Группировка работ по участкам

Название участка	Работы одного типа, выполняемые на определенном участке	Примечание
Диагностических работ	Контрольно-диагностические работы, работы по приемке - выдаче автомобилей	Имеет отдельные въездные ворота
Работ по ТО	Техобслуживание в полном объеме, смазочные работы, , работы по аккумуляторным батареям и системе питания, регулировка тормозов, шиномонтажные работы	Рабочие места универсального типа в одном помещении

Продолжение таблицы 4

Работ по текущему ремонту	Ремонт узлов, систем и агрегатов, регулировка углов установки управляемых колес	
Кузовных работ	Кузовные, арматурные и обойные работы	Отдельное помещение
Окрасочных работ	Окрасочные	Отдельное помещение

Таблица 5 – 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	участок УМР
Диагностика	0,8	–	–	–	–	–
Техобслуживание в полном объеме	–	2	–	–	–	–
Работы по смазке	–	0,3	–	–	–	–
Регулировочные по установке углов передних колес	–	–	0,4	–	–	–
Ремонт и регулировка тормозов	–	0,4	–	–	–	–
Электро-технические и по АКБ	–	0,32	–	–	–	–
Работы по системе питания	–	0,3	–	–	–	–
Шиномонтажные	–	0,1	–	–	–	–
Ремонт узлов, систем и агрегатов	–	–	0,4	–	–	–
Кузовные и арматурные	–	–	–	0,8	–	–
Окрасочные	–	–	–	–	1,1	–
Обойные	–	–	–	0,04	–	–
Уборно-мочные	–	–	–	–	–	0,3
Приемки-выдачи	0,8	–	–	–	–	–
Итого постов на участках	–	–	–	–	–	–
Согласно вычислениям	1,6	3,42	0,8	0,84	1,1	0,3
По итогу принятое	2	3	1	1	1	1

1.6 Определение количества мест для ожидания и хранения транспортных средств

Общее количество мест ожидания на производственных участках городских станций вычисляется следующим образом [9]:

$$X_o = 0,5 \cdot X \quad (11)$$

где X – суммарное количество постов (см. табл. 5).

$$X_o = 0,5 \cdot 9 = 5$$

Количество мест хранения автомобилей (стоянки) следует принимать из нормативного значения на один рабочий пост и вычислять следующим образом:

$$X_x = K_n \cdot X \quad (12)$$

где K_n – удельное количество автомобиле-мест хранения на одно рабочее место, определено для городских станций как $K_n = 3$;

$$X_x = 3 \cdot 9 = 27$$

Количество мест для стоянки автомобилей клиентов и персонала СТО вне территории следует принимать из расчета 2 места стоянки на 1 рабочий пост.

$$X_{ст} = 2 \cdot 9 = 18$$

1.7 Определение количества производственного и вспомогательного персонала

Определение численности производственных рабочих.

К производственным рабочим относятся персонал, непосредственно выполняющие работы по техобслуживанию и текущему ремонту

автомобилей. Существует штатное и явочное количество персонала.

Определение числа производственных рабочих производится по каждой зоне, участку, подразделению согласно виду проводимых работ.

Штатное количество персонала – это число рабочих, потребное для полноценного выполнения годовой производственной программы. Для вычисления воспользуемся следующей формулой [22]:

$$P_{ш} = \frac{T_i}{\Phi_{эф}} \quad (13)$$

где T_i - годовой объем работ в подразделении, чел-ч;

$\Phi_{эф} = 1820$ ч – эффективный годовой фонд времени рабочих.

Общее усредненное штатное число рабочих СТО составит

$$P_{ш} = 57300 / 1820 = 31,48 \approx 31,5 \text{ чел.}$$

Явочное число персонала учитывает количество рабочих, фактически не присутствующих на рабочем месте (находящихся в отпуске, на больничном и т.д.), оно определяется по формуле:

$$P_{я} = \frac{T_i}{\Phi_{н}} \quad (14)$$

где $\Phi_{н} = 2070$ ч – номинальный годовой фонд времени рабочих.

Общее усредненное явочное число рабочих станции определим как

$$P_{я} = 57300 / 2070 = 27,68 \approx 28 \text{ чел.}$$

Распределение исполнителей по специальностям и квалификации

Итоговое число рабочих в ПП, распределено по специальностям (видам работ), квалификации и рабочим сменам и внесено в таблицу 6.

Таблица 6 – Количество производственных рабочих по подразделениям

Наименование ПП	Трудоёмкость работ в подразделении	Количество персонала по штату		Фактическое (явочное) число работников		
		расчётное	принятое	всего	1 смена	2 смена
Диагностический участок	3360	1,8	2	2	1	1
Зона постовых работ ТО и ТР	21528	11,8	12	10	5	5
Электротехнические работы и по топливной аппаратуре	6624	3,6	3,5	3	2	1
Шиномонтажные	2760	1,5	1,5	1	1	0
ТР узлов и агрегатов, слесарно-механические	9936	5,5	5,5	5	3	2
Кузовные	5520	3,0	3	3	2	1
Окрасочные	5520	3,4	3,5	3	2	1
Обойные	552	0,3	0,5	0	2	1
УМР	1500	0,8	0,5	1	1	0
Всего	57300	31,7	32	28	17	11

Результаты расчета и принятое количество исполнителей различных специальностей с учетом возможного совмещения профессий представлено в виде таблицы 7.

Таблица 7 – Принятое количество рабочих

Наименование производственного подразделения	Всего рабочих	Наименование профессии	Уровень квалификации (разряд исполнителя)	Распределение по сменам	
				I	II
Диагностический участок	2	слесарь	4	1	1
Зона постовых работ ТО и ТР	10	слесарь	3-4	5	5
Электротехнические работы	3	слесарь	4	2	1
Шиномонтажный	1	слесарь-вулканизаторщик	3	1	0

Продолжение таблицы 7

ТР узлов и агрегатов, слесарно-механические	5	слесарь	4	3	2
Кузовные	3	слесарь-жестянщик-сварщик	4-5	2	1
Окрасочные	3	маляр-обойщик	3	2	1
УМР	1	мойщик	2	1	0
Всего	28			17	11

Определение численности вспомогательных рабочих.

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

$$P_{BC} = \frac{P_{шт\sum} \cdot H_{BC}}{100} \quad (15)$$

где $P_{шт\sum}$ – общая численность основных производственных рабочих на предприятии, чел.

$$P_{BC} = 32 \cdot 30 / 100 = 10$$

Распределение вспомогательных рабочих по видам выполняемых работ приведено в таблице 8.

Таблица 8 – Распределение вспомогательных рабочих по видам работ

Виды вспомогательных работ	Соотношение численности вспомогательных рабочих по видам работ, %	Численность вспомогательных работ, чел
Ремонт и обслуживание технологического оборудования, оснастка и инструменты	25	2
Ремонт и обслуживание инженерного оборудования, сетей и коммуникаций	20	2

Продолжение таблицы 8

Прием, хранение и выдача материальных ценностей	20	2
Перегон подвижного состава	10	1
Обслуживание компрессорного оборудования	10	1
Уборка производственных помещений	7	1
Уборка территории	8	1
Всего, Р _{вс}	100	10

Численность персонала инженерно-технических работников и служащих предприятия, младшего обслуживающего персонала, пожарно-сторожевой охраны принято в зависимости от размера СТО, таблица 9.

Таблица 9 – Численность ИТ - персонала СТО

Наименование	Численность персонала, чел
Общее руководство	1
Бухгалтерский учет и финансовая деятельность	1
Производственно-техническая служба	4
Младший обслуживающий персонал (МОП)	1
Пожарно-сторожевая охрана (ПСО)	4
Всего, Р _{ит}	11

1.8 Определение площадей производственных помещений

Площади производственных помещений можно определить аналитически и более точно графически.

Расчет площадей зоны ТО и ТР автомобилей

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

$$F_3 = f_a \cdot X_i \cdot K_n \quad (16)$$

где f_a – площадь горизонтальной проекции автомобилей, м²;

X_i – число постов в зоне;

K_{Π} – коэффициент плотности расстановки постов (при односторонней расстановке постов принимаем $K_{\Pi} = 6$).

Согласно рекомендаций, $f_a = 7,9$ для малого класса автомобилей.

$$F_3 = 7,9 \cdot 9 \cdot 6 = 427 \text{ м}^2$$

1.8.1 Участок уборочно-моечных работ

Участок уборочно-моечных работ (УМР) используется для удаления загрязнений, появившихся в ходе хранения, перемещения и использования транспортных средств. Целью производства работ является придание автомобилю эстетичного вида и соблюдения санитарно-гигиенических и экологических норм [9].

На участке могут выполняться следующие виды работ и предоставляться следующие виды слуг:

- внешняя мойка кузова автомобиля при помощи ручных, либо механизированных приспособлений (работы производятся с применением синтетических моющих средств);
- мойка двигателя и подкапотного пространства автомобиля в случае предполагаемого ремонта его систем и деталей с целью удаления загрязнений и облегчения производства дальнейших работ;
- мойка колёс автомобиля;
- мойка днища автомобиля;
- уборка и чистка салона автомобиля;
- обтирочные работы и сушка;
- полировка лакокрасочного покрытия кузова в целях восстановления блеска;
- очистка и фильтрация сточных вод для повторного использования их в производстве [9].

$$F_M = 7,9 \cdot 1 \cdot 6 = 47,4 \text{ м}^2$$

1.8.2 Участок приемки-выдачи автомобилей

Подразделение используется для первоначальной приёмки транспортного средства на СТО, предварительной оценки его технического состояния, проверки комплектности. Так же, на участке происходит оформление необходимых документов и согласование с заказчиком необходимого объема работ и услуг для восстановления работоспособности транспортного средства и последующей передачи транспортных средств их владельцам [9].

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

- осмотр агрегатов и узлов, заявленных владельцем как неисправные;
 - внешний осмотр автомобиля и проверка агрегатов, узлов и систем, влияющих на безопасность движения;
 - выявление не заявленных заказчиком дефектов путем осмотра и проверки;
 - расчет объёма и стоимости работ, согласование их с заказчиком;
 - приёмка в гарантийный ремонт новых автомобилей, определение соответствия неисправности критериям гарантийного обслуживания;
 - оформление документов по приемке автомобиля;
 - проверка качества выполненных на участках работ технического обслуживания и текущего ремонта автомобиля при его выдаче (производится либо инженерами ОТК, либо мастером-приёмщиком)
- [9].

$$F_{\text{пр}} = 7,9 * 1 * 6 = 47,4 \text{ м}^2$$

1.8.3 Участок диагностики автомобилей

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 динамики его изменения [9].

На данном участке производятся следующие виды работ:

- проверка несоосности мостов 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;
- 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 [9].

$$F_d = 7,9 * 1 * 6 = 47,4 \text{ м}^2$$

1.8.4 Участок постовых работ ТО автомобилей

На участке производится профилактический комплекс работ, имеющих целью предупреждение поломок и неисправностей, а также их устранения, для поддержания транспортных средств в технически исправном состоянии, обеспечения безотказной, безопасной, экономичной и экологичной их эксплуатации [23].

Участок технического обслуживания позволяет производить включает в себя регулировочные, крепежные и смазочные работы.

$$F_{\text{ТО}} = 7,9 * 3 * 6 = 142,2 \text{ м}^2$$

1.8.5 Участок постовых работ ТР автомобилей

Участок ТР предназначен для выполнения комплекса работ по агрегатам и узлам автомобиля, неисправность которых нельзя устранить путем регулировочных работ с целью восстановления их параметров и работоспособности [9].

Количество постов ТР = 1

$$F_{\text{ТР}} = 7,9 * 1 * 6 = 47,4 \text{ м}^2$$

1.8.6 Участок кузовных работ

Участок предназначен для устранения дефектов и неисправностей кузовов автомобилей с целью восстановления их изначальной геометрии, нарушенной в процессе эксплуатации и после дорожно-транспортных происшествий [9].

На участке выполняются следующие виды работ и услуг:

- разборочно сборочные по кузову или раме автомобиля;
- арматурно-кузовные работы;
- сварочные работы [9].

Пост оснащен подъемником и стендом для правки кузова.

$$F_{\text{К}} = 7,9 * 1 * 6 = 47,4 \text{ м}^2$$

1.8.7 Участок малярных работ

Малярный участок предназначен для окраски кузова и его деталей, нанесения противозумной и противокоррозийной мастики, восстановления лакокрасочного покрытия в поврежденных местах [9].

$$F_{\text{Мал}} = 7,9 * 1 * 6 = 47,4 \text{ м}^2$$

Окончательно площади зоны уточняются графически при разработке планировочного решения с учетом габаритных размеров автомобилей, расстояния между ними на постах и элементами зданий и оборудованием, ширины проезда автомобилей в зонах и способов расстановки постов (прямоугольный, косоугольный).

Расчет площадей производственных участков.

Площади производственных участков можно рассчитать по удельной

площади на каждого рабочего в наиболее загруженную смену:

$$F_y = f_1 + f_2 (P_T - 1) \quad (17)$$

где f_1 - удельная площадь на первого работающего, m^2 ;

f_2 - удельная площадь на каждого последующего рабочего, m^2 ;

P_T - число технологически необходимых рабочих в наиболее загруженную смену, чел.

Дальнейший расчет величин F_y сводим в таблицу 10. Значения f_1 , f_2 представленные в таблице 10, приняты согласно рекомендациям, количество рабочих P_y принято на основании объема работ, выполняемых на производственных участках, (см.табл. 2). Так же учтено, что при установке на участок (сварочный) автомобиля (кузова) учитывается площадь их горизонтальной проекции.

Таблица 10 – Расчёт значений площадей производственных участков

Наименование участка	$f_1, m^2/чел.$	$f_2, m^2/чел.$	$P_y, чел.$	F_y, m^2
Электротехнические	13	8	1	13
Шиномонтажные	15	13	1	15
Ремонт узлов, систем и агрегатов	19	12	2	31
Обойные	15	4	0	11
Кузовные и арматурные	10	5	1	10 + 7,9
Слесарно-механические	15	10	2	25
Всего				112,9

Общая площадь производственных помещений

$$F_{пр} = 427 + 112,9 \approx 540 m^2$$

1.9 Расчет площадей складских и вспомогательных помещений

Площади складских помещений для городских станций рассчитываются относительно нормативных удельных площадей, в расчете на 1000 комплексно обслуживаемых условных транспортных средств и определяется следующим образом:

$$F_{CKi} = \frac{N_{CTO} \cdot f_{yi}}{1000} \cdot K_{CT} \cdot K_P \quad (18)$$

Где f_{yi} – удельные площади, приходящиеся на 1000 комплексно обслуживаемых транспортных средств;

K_{CT} – коэффициент, учитывающий высоту складирования и габариты стеллажей, используемых на СТО;

K_P – коэффициент учета разномарочности парка обслуживаемых автомобилей (принимаем для универсальной СТО $K_P = 1,3$).

Принимаем высоту складирования 4,8 м (прил.18.табл.5 [9]), тогда $K_{CT} = 1,0$. Расчеты площадей складов, $F_{ск}$, сводим в таблицу 11.

Таблица 11 – Площади складов

Наименование склада	Количество транспортных средств	K_P	$f_{уд}, м^2$	$F, м^2$
Запасные части и детали	1500	1,3	32	62,4
Двигатели, агрегаты и узлы		1,3	12	23,4
Эксплуатационные материалы		1,3	6	11,7
Шинный склад		1,3	8	15,6
Лакокрасочные материалы		1,3	4	7,8
Смазочные материалы		1,3	6	11,7
Кислород и ацетилен в баллонах		1,3	4	7,8
Итого, $F_{ск}$				140,4

Площадь кладовой для хранения агрегатов и авто принадлежностей (промежуточной кладовой), снятых с автомобилей на период обслуживания,

следует принимать из расчета 1,6 м² на один рабочий пост по ремонту агрегатов, кузовных и окрасочных работ (см. табл. 4 работы)

$$F_{\text{кла}} = 1,6 \cdot (1 + 1 + 1) = 4,8 \text{ м}^2$$

Площадь кладовой для хранения запасных частей, авто принадлежностей, инструмента и автокосметики, предназначенных для продажи на станции, примем в размере 10% от складской площади запасных частей и деталей.

$$F_{\text{з/ч}} = 0,1 \cdot 62,4 = 6,2 \text{ м}^2$$

Общая площадь производственно-складских помещений вычисляется путем суммирования:

$$F_{\text{П/С}} = F_{\text{пр}} + F_{\text{ск}} + F_{\text{кла}} + F_{\text{з/ч}} = 540 + 140,4 + 4,8 + 6,2 \approx 691 \text{ м}^2$$

К вспомогательным относятся помещения, в которых расположено технологическое, силовое или другое оборудование (отопительное оборудование, компрессорные и насосные станции, трансформаторное оборудование, вентиляционные камеры), предназначенное для инженерного обеспечения деятельности предприятия.

Площадь компрессорной на одну установленную единицу компрессорного оборудования рекомендуется принимать порядка 20...25 м². Площади котельной и трансформаторной подстанции зависит от типа устанавливаемого в них оборудования. Для предварительных расчётов площадь любого вспомогательного помещения принимается не менее 16 м².

Принимаем общую площадь вспомогательных помещений:

- компрессорная – 20 м²;
- котельная – 16 м²;
- трансформаторная подстанция – 16 м².

Вспомогательные помещения расположены в отдельном здании, общая площадь которого составляет $F_{\text{всп}} = 20 + 16 + 16 = 52 \text{ м}^2$.

К административно-бытовым помещениям относят административные, общественные и бытовые помещения. К административным помещениям относятся кабинеты руководящего состава, помещения инженерно-

технических служб, помещения для клиентов. К бытовым помещениям относятся гардеробы, умывальные, душевые, туалеты, места для курения; к общественным местам – пункты питания, комнаты отдыха и пр.

На СТО площадь административно-бытовых помещений (отдельного административного корпуса) принимаем равной $F_{AB} = 216 \text{ м}^2$.

1.10 Проектирование производственного подразделения

Кузовной участок предназначен для устранения дефектов и неисправностей кузовов автомобилей, возникших в процессе эксплуатации и после дорожно-транспортных происшествий. На участке в зависимости от мощности и вида СТО могут выполняться следующие виды работ и услуг [21]:

- разборочно-сборочные по кузову или раме автомобиля;
- арматурно-кузовные работы (снятие и установка дверей, отдельных панелей или частей кузова, механизмов, стекол и других съёмных деталей);
- восстановление геометрии кузова и рихтовка панелей (исправление искажений геометрических размеров кузова и устранение неровностей деформированных поверхностей);
- сварочные работы (удаление сваркой поврежденного участка кузова, установка дополнительных ремонтных деталей, заварка трещин, разрывов и пробоин) [21].

Технологический процесс капитального ремонта кузова определяется его конструктивными особенностями.

Кузовной и окрасочный участки целесообразно располагать в обособленном блоке помещений в связи с повышенной шумностью и повышенной вредностью проводимых в этих подразделениях работ.

В помещении кузовного участка целесообразно выделять следующие специализированные рабочие посты:

- рабочие посты для правочно-рихтовочных работ;
- рабочий пост для сварочных работ;
- рабочий пост для обойно-арматурных работ;
- специализированный пост для разборки и сборки автомобиля [21].

Приемку кузовов в ремонт осуществляют на посту, оснащем подъемником автомобиля и контрольно-измерительными инструментами, необходимыми для определения технического состояния кузова. При необходимости используют оборудование для контроля геометрии основания кузова.

Кузов может быть правильно разобран только при соблюдении определенной технологической последовательности, исключающей возможность повреждения деталей. Поэтому порядок разборки строго регламентирован технологическим процессом [21].

Кузовной участок, как и остальные производственные подразделения СТО, работает 305 дней в году, в две смены по 7 часов. Для расчета основных параметров участка принимаем исходные данные, представленные в виде таблицы 12.

Таблица 12 – Исходные данные для расчетов кузовного участка

Наименование характеристики подразделения, единицы измерения	Условное обозначение	Числовое значение
Годовой объем работ, в т.ч.	T	5520
постовые	T _п	4140
участковые	T _у	1380
Время работы подразделения		
смен	C	2
часов	T _{см}	7
Среднее число технологически необходимых рабочих	P	1
Коэффициент плотности расстановки постов	K _п	4

Для данного участка число рабочих постов определяется аналогично формуле (13)

$$X = \frac{4140 \cdot 1,15}{305 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,94} = 1,18 \approx 1$$

Для уточнения площади кузовного участка предварительно, на основе таблиц и каталогов оборудования, составляется ведомость оборудования и определяется его суммарная площадь f_0 по участку.

Подбор технологического оборудования, технологической и организационной оснастки для участка производим с учетом рекомендаций типовых проектов рабочих мест [2] и таблиц технологического оборудования [34]. Перечень рекомендуемого оборудования представлен в таблицах 13 и 14.

Таблица 13 – Основное технологическое оборудование участка

Наименование	Тип или модель	Кол-во	Размеры в плане, мм	Общая площадь, м ²	Потребляемая мощность, кВт
Компрессорная станция	Genesis 22/500	1	1900×1000	1,9	2,8
Мониторная моечная машина	M-68K	1	переносная	-	1,7
Подъемник 2-х стоечный	KM-5	1	2630×1350	3,6	2,4
Сварочный аппарат	VIMAX 152	1	750×400	0,3	1,6
Аргонодуговая сварка	Telwin Supertig-241 DC	1	1450x500	0,7	1,8
Стапель для правки кузовов	JO CBU	1	3000x3000	9	–
Кран гаражный	–	1	1200x650	0,8	–
Верстак.	–	2	1500x500	1,5	–
Стеллаж для инструментов.	–	2	1500x1200	7,2	–
Ларь для отходов.	–	2	500x500	0,5	–
Всего				26,8	10,3

Таблица 14 – Основная технологическая оснастка участка

Наименование	Модель, тип, марка	Количество
Набор гидравлического инструмента	НГИД-750	1
Комплект пневмо инструмента	ПО-5	1

Продолжение таблицы 14

Набор слесарного инструмента	–	1
Специальные приспособления и инструмент для кузовного ремонта	–	1
Набор инструмента жестянщика	–	1

Производственная площадь объекта проектирования уточняется по следующей формуле [19]:

$$F_y = (f_a \cdot n + f_o) \cdot K_n \quad (19)$$

где f_a – площадь горизонтальной проекции автомобиля (7,9 м²);
 n – количество постов (1 пост);
 f_o – общая площадь оборудования;
 K_n – коэффициент плотности расстановки (для кузовного участка принимается равным 4,0).

Учитывая, что площадь подъемника поглощается площадью автомобиля, получаем:

$$F_y = (7,9 \cdot 1 + 23,2) \cdot 4 = 124 \text{ м}^2$$

Для складирования снятых с автомобиля деталей кузова на участке необходимо предусмотреть площадку для складирования либо, что более приемлемо, складское помещение для хранения деталей. Площадь склада или площадки принимаем в размере 20% от общей расчётной площади кузовного участка.

$$F_{\text{куз.скл}} = 124 \cdot 0,2 = 24,8 \approx 25 \text{ м}^2$$

Площадь участка уточняется при разработке графической части курсового проекта.

Расчет штатного и явочного количества рабочих на объекте проектирования проводится по формулам (11), (12) и составляет:

$$P_{\text{я}} = 5520 / 2070 = 2,67 \approx 3 \text{ чел}$$

$$P_{\text{ш}} = 5520 / 1820 = 3,03 \approx 3 \text{ чел.}$$

1.11 Расчет и оценка удельных показателей СТО

Для оценки технического уровня рассчитанной станции технического обслуживания используются следующие удельные показатели:

- число основных производственных рабочих – $p_{уд}$;
- площадь производственно складских помещений – $f_{ПС}$ м²;
- площадь административно-бытовых помещений – $f_{АБ}$;
- число комплексно обслуживаемых автомобилей в год – n_A ;
- число автомобиле-заездов на антикоррозионную обработку – $n_{ЗА}$;
- число автомобиле-заездов для уборочно-моечных работ – $n_{ЗУМР}$.

Нормативные удельные значения рассматриваемых выше удельных показателей, рассчитанные для эталонных условий, берутся согласно рекомендациям. Для условий, отличающихся от эталонных, показатели для городских СТО корректируются по формулам [9]:

$$p_{уд} = p_{уд}^{\text{э}} \cdot K_p, \quad (20)$$

$$f_{ПС} = f_{ПС}^{\text{э}} \cdot K_p, \quad (21)$$

$$f_{АБ} = f_{АБ}^{\text{э}} \cdot K_p, \quad (22)$$

$$n_{ЗА} = n_{ЗА}^{\text{э}} \cdot K_p \cdot K_{КЛ} \cdot K_{ПР} \cdot K_{КР}, \quad (23)$$

$$n_A = n_A^{\text{э}} \cdot K_p \cdot K_{КЛ} \cdot K_{ПР} \cdot K_{КР}, \quad (24)$$

где $p_{уд}^{\text{э}}$, $f_{ПС}^{\text{э}}$, $f_{АБ}^{\text{э}}$, $n_A^{\text{э}}$ – эталонные удельные значения соответствующих удельных показателей;

$n_{ЗА}^{\text{э}}$ – эталонное удельное значение числа заездов автомобилей на предпродажную подготовку, антикоррозионную обработку и коммерческую мойку;

$K_{КЛ}$ – коэффициент учёта класса легковых автомобилей, принимается для автомобилей малого класса – 1,0;

$K_{ПР}$ – коэффициент учёта среднегодового пробега автомобилей;

$K_{кр}$ – коэффициент учёта климатического района эксплуатации автомобилей.

Сравнение расчетных значений удельных показателей с нормативными значениями представлены в форме таблицы 15.

Таблица 15 – Основные удельные показатели спроектированной СТО

Наименование показателя, условное обозначение	Нормативные значения	Скорректированные нормативные значения	Расчетные значения	Отклонение от норматива, %
Число производственных рабочих, $p_{вд}$	5	4,65	32	588
Площадь производственно-складских помещений $f_{ПС}$	197	236,40	691	192
Площадь административно-бытовых помещений $f_{АБ}$	81	81,00	216	167
Количество заездов на коммерческую мойку, $n_{зумр}$	43680	27518,40	0	-100
Количество заездов на антикоррозионную обработку, $n_{зА}$	1820	1146,60	0	-100
Удельное число комплексно обслуживаемых авто, n_A	390	245,70	1500,00	511

Для проектируемого СТО значения технико-экономических показателей не превышают допустимые отклонения и находятся на уровне показателей типовых проектов городских СТО. Это свидетельствует о том, что при разработке проекта не нарушена последовательность расчетов.

1.12 Определение суммарной площади производственного корпуса

Для расчёта предварительных размеров производственного корпуса принимается единый норматив производственной площади в размере 120 м² на один рабочий пост. Исходя из этого, площадь производственного корпуса определяется по формуле [9]:

$$F_{np} = 120 \cdot X \quad (25)$$

$$F_{np} = 120 \cdot 9 = 1080 \text{ м}^2$$

Длина и ширина здания принимается с учётом принятой сетки колонн и должна быть кратна 6. В процессе формирования объёмно планировочного решения общая площадь может корректироваться с учётом требований организации технологического процесса и резервов для развития.

Планировка производственных помещений представлена в Приложении А.

Планировка кузовного отделения представлена в Приложении Б.

Выводом данного раздела является проведение технологического расчета станции технического обслуживания и ремонта на 1500 легковых автомобилей, распределение обще годового объема проводимых работ по техобслуживанию и текущему ремонту автомобилей по конкретным видам работ, выполнение расчета по определению числа производственных постов, создание объёмно-планировочное решения производственного корпуса и кузовного участка, размещение технологического оборудования.

2 Анализ аналогов технологического оборудования стенда для правки кузовов автомобилей

Все рассматриваемые аналоги относятся к оборудованию для кузовного ремонта, а более конкретно к стендам для правки кузовов легковых автомобилей.

Рассмотрим более подробно описание аналогов и их характеристик.

Стенд для правки кузовов автомобилей "SIVER B"

Стенд исправления геометрии кузова автомобиля SIVER B изготавливается более 15 лет. Ранее стапель назывался "ЭКСПЕРТ 2000". Модель выгодно отличается оригинальной конструкцией, обеспечивающей удобную установку автомобиля без использования дополнительных устройств (рис.1).

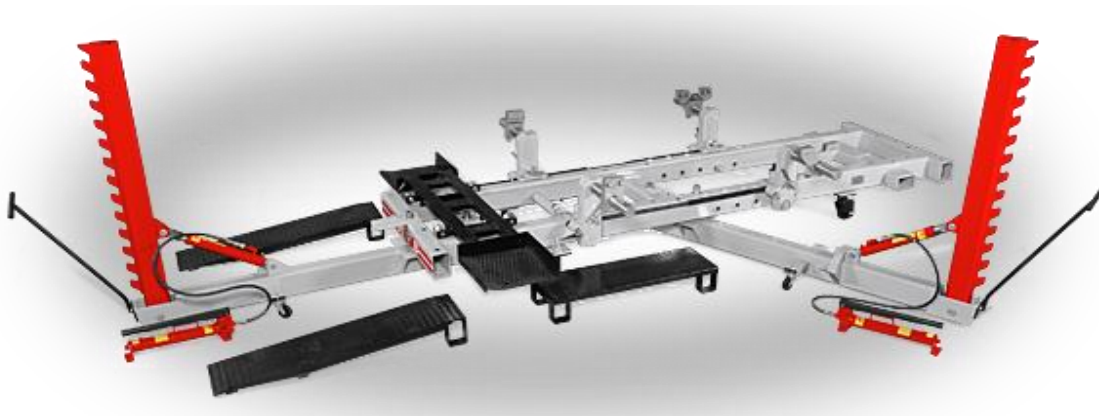


Рисунок 1 – Стенд для правки кузовов автомобилей "SIVER B"

Рама стапеля SIVER B имеет сварную конструкцию и оптимальные размеры для правки кузовов легковых автомобилей. Оснащена двумя поворотными колесами, и двумя съемными стойками опорами в передней части.

Кузовные захваты регулируются по ширине и длине ремонтируемого автомобиля.

– межосевое расстояние между передними и задними захватами от

860 до 1420 мм (5 мест с шагом 140 мм),

– ширина расположения захватов от 1060 мм до 1755 мм.

Основная зона ремонта располагается ниже линии окон автомобиля, поэтому удобнее расположить автомобиль на высоте удобной для работы. Пороги установленного на стапель автомобиля будут располагаться на высоте

700 мм, линия окон примерно на высоте 1600 мм. Для работы с верхними точками, можно воспользоваться заездными трапами в качестве подставки [24].

Стапель кузовной правки для всех марок легковых автомобилей модели СК-1,(СК-1А)

Стапель модели СК-1(рис.2) предназначен для правки поврежденных кузовов легковых автомобилей всех марок, имеющих отбортовку порогов.

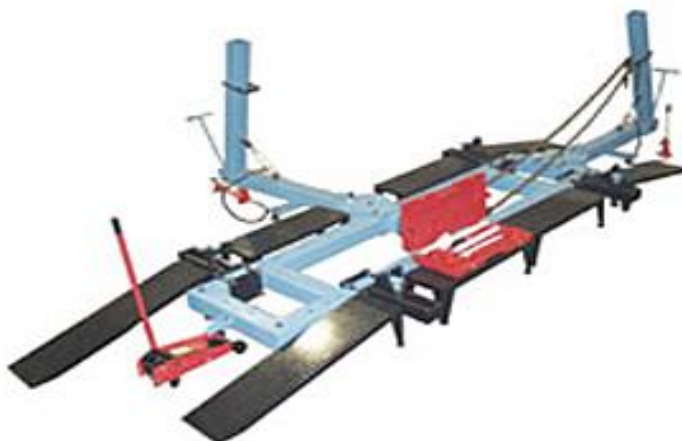


Рисунок 2 – Стапель СК-1 (СК-1А)

Возможна комплектация стапеля дополнительной оснасткой для крепления кузовов, не имеющих отбортовку порогов, а также стрелой для правки верхних элементов кузовов.

Процесс установки кузова на раму очень несложен и при наличии подъемника занимает не более 15 мин. Рама имеет колеса и может легко перемещаться, позволяя эффективно использовать рабочую площадь

помещения. Сам силовой механизм - это стрела из алюминиевого сплава, оснащенная гидроцилиндром. Конструктивно стрела имеет три шарнира, что позволяет производить выправку в любом направлении [27].

Стенд для восстановления геометрии кузова AS45L1

Жесткая конструкция двухкамерной рамы обладает повышенным запасом прочности и служит несущим элементом стапеля AS45L1 (рис.3), предопределяя его возможности и назначение. Конструкция рамы отличается от аналогов и разработана с учетом опыта и пожеланий российских мастеров кузовного дела.



Рисунок 3 – Стапель AS45L1

В комплект стенда AS45L1 входит:

- рама 4050x970x170 мм,
- подъемное устройство с электрогидравлической насосной станцией, рукав гидравлический 4м, грузоподъемность 3.5т, максимальная высота подъема 1,6 м,
- силовое устройство с телескопическим удлинителем, тяговое усилие 10 т,
- гидравлический насос,
- зажимы за отбортовку порогов (240 мм), 4шт.,
- цепь тяговая 2.5м с захватом и крюком ,

– зажим для вытягивания.

Встроенный в раму подъемник обеспечивает не только быструю установку на стапель, но и позволяет выполнять все необходимые арматурные и слесарные работы. Кроме того, процесс проведения вспомогательных зачистных и шпаклевочных работ приобретает для человека особую степень удобства и комфорта [26].

Платформенный стапель для правки геометрии кузова ATIS DC-B05

Платформенный стапель для правки геометрии кузова модели DC-B05 (рис.4) – это мощная рама оригинальной полукруглой конструкции выдерживает большие нагрузки, возникающие в процессе ремонта автомобиля.



Рисунок 4 – Стапель ATIS DC-B05

Отверстия, расположенные по периметру рамы позволяют закрепить силовые устройства под любыми углами к ремонтируемому автомобилю. Каждое силовое устройство имеет встроенный гидроцилиндр, который работает от гидравлического насоса, гидроцилиндр развивает усилие до 10 тонн. Силовые устройства перемещаются по всему периметру рамы, фиксируются с помощью прижимного рычага и позволяют производить вытяжку даже на углах стенда. Для установки автомобиля на стенд, задняя часть рамы опускается при помощи гидроцилиндра подъёмного устройства.

Стойки и опора служат для установки рамы на рабочем месте. Стойки крепления служат для фиксации автомобиля на стенде за отбортовку порогов. Комплект оснастки позволяет максимально быстро и качественно выполнять ремонт автомобиля любой сложности[25].

Анализ осуществим с помощью методов инженерного прогнозирования.

За базовое оборудование примем стенд ATIS DC-B05. Для этого составим таблицу 16, в которой указаны основные сравниваемые характеристики.

Таблица 16 – Технические характеристики стендов для правки кузовов автомобилей

Показатели	SIVER B	СК-1 (СК-1А)	AS45L1	ATIS DC-B05
Производитель	ЗАО «Сивер»	ОАО «ФОРМЗ»	НПО "Звезда"	ООО "ATIS"
Грузоподъёмность, кг	2000	2000	3500	2000
Количество силовых устройств, шт	2	2	1	2
Максимальная сила тяги башни,кН	100	100	100	100
Усилие на крюк силового устройства, т	3,0	3,0	3,5	3,5
Вес, кг	1200	1050	1000	1000
Стоимость, тыс.руб.	250,00	230,00	240,00	380,0

Выберем для каждого аналога стенда количественные оценки показателей качества. Когда рост показателя приводит к улучшению качества оборудования, уровень показателя выражают отношением:

$$Y_i = \frac{P_i}{P_{i0}} \quad (26)$$

Если рост показателя приводит к ухудшению качества, то:

$$Y_i = \frac{P_{i0}}{P_i} \quad (27)$$

После определения относительных значений характеристик по вышеизложенным формулам полученные данные сведены в таблицу 17 и была построена циклограмма выбора оборудования.

Таблица 17– Относительные значения характеристик показателей качества

Показатели	SIVER B	СК-1 (СК-1А)	AS45L1
Грузоподъёмность, кг	1	1	1,75
Количество силовых устройств, шт	1	1	0,5
Максимальная сила тяги башни,кН	1	1	1
Усилие на крюк силового устройства, т	0,86	0,86	1
Вес, кг	0,83	0,95	1
Стоимость, тыс.руб.	1,52	1,65	1,58

Для лучшей оценки преимуществ и недостатков аналогов, данные представлены в виде циклограммы (рис.5) [12].

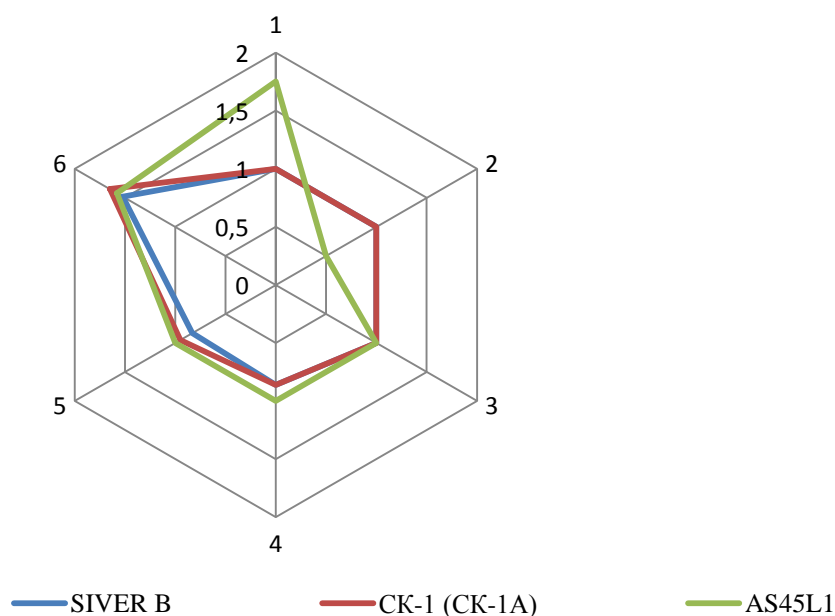


Рисунок 5 – Циклограмма оценки потребительских качеств аналогов

В результате построения циклограммы видно, что площадь циклограммы приспособления AS45L1 превышает площади циклограмм остальных аналогов, таким образом, технический уровень данного стенда выше технических уровней других образцов.

За базовое оборудование примем стенд ATIS DC-B05.

Циклограмма оценки потребительских качеств аналогов, технические характеристики стендов для правки кузовов автомобилей представлены на листе анализа аналогов Приложение В.

Выводом данного раздела является рассмотрение комплекса вопросов, включающих в себя выбор прототипа, проведение анализа аналогов технологического оборудования стенда для правки кузовов автомобилей с учетом достоинств и недостатков оборудования.

3 Конструкторский расчет стенда для правки кузова легкового автомобиля

3.1 Техническое задание

Стенд для правки кузовов легковых автомобилей (Код ОКПД2: 28.99.39.190).

Область применения – предприятия по оказанию услуг по техническому обслуживанию и ремонту автомобильного транспорта. Применяется в универсальных и специализированных СТО. Экспорт возможен в варианте производства по лицензии. Стенд для правки кузовов легковых автомобилей предназначен для правки поврежденных кузовов автомобилей всех марок при выполнении ремонтных работ. Стенд для правки кузовов легковых автомобилей работает в режиме восстановления рамы и геометрии кузова автомобиля до нормативных параметров путём приложения разнонаправленных усилий.

Разработка стенда для правки кузовов легковых автомобилей производится по заданию кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» в рамках бакалаврской работы.

В качестве аналогов использовать следующее оборудование: стенды для правки кузовов автомобилей SIVER B, СК-1 (СК-1А), AS45L1, ATIS DC-B05.

На основе анализа рыночного предложения и технологии работы потенциальных потребителей удалось установить следующее:

- стенд должен иметь возможность приложения усилия на кузов автомобиля не менее 2500 кг для возможности обеспечить необходимую деформацию кузова современного автомобиля,
- стенд должен иметь возможность приложения усилию под углом 360 градусов, т.е. кругового,
- стенд должен иметь размеры установочной площадки,

обеспечивающей захват кузова легковых автомобилей большинства современных марок и моделей,

- стенд должен иметь высоту силовой консоли, позволяющую проводить работы на высоте до 2500 мм от установочной площадки, чтобы иметь возможность работать с современными легковыми автомобилями.

Принимая во внимание вышеперечисленное, проанализировав технические характеристики современных моделей автомобилей, сформируем технические требования в таблице 18.

Таблица 18 – Технические требования

Параметр	Значение
Грузоподъемность максимальная, кг	2500
Способ крепления	за отбортовку порогов
Длина рамы, мм.	5580
Ширина рамы с силовыми устройствами, мм	3250
Высота консоли от установочной площадки, мм.	2500
Усилие деформации, не менее, кг	2500
Угол приложения усилия	360°

Так же следует принять во внимание, что рамы и корпуса, по возможности, должны быть сварными с использованием стандартных профилей.

Экономические показатели.

На данном этапе затруднительно произвести подробный экономический расчет, так как неизвестны точные параметры конструкции, однако, произведя анализ рынка аналогичных устройств, возможно, определить лимитную цену.

Проанализировав предложения о продаже стендов таких моделей как SIVER B, СК-1 (СК-1А), AS45L1, ATIS DC-B05, делаем вывод о лимитной цене в 300 000 р. Сроки окупаемости затрат, согласно опыту эксплуатации аналогичных конструкций составляет 1,5-2 года.

Среди первоочередных и наиболее важных этапов проектирования следует выделить следующие:

- прочностной расчет рамы,
- выбор гидроцилиндра подъемника,
- выбор гидроцилиндра силовой башни,
- прочностной расчет силовой башни.

Данные этапы дадут нам максимально полное представление о конечных параметрах конструкции и определять дальнейшее её развитие.

3.2 Техническое предложение

Предложено разработать стенд для правки кузовов легковых автомобилей. Оборудование предназначается для универсальных СТО.

Для рассматриваемого в рамках бакалаврской работы кузовного отделения данное оборудование необходимо для осуществления следующих действий в рамках технологического процесса: правки поврежденных кузовов автомобилей всех марок при выполнении ремонтных работ.

Таким образом, при помощи данного оборудования выполняются основные технологические операции при восстановлении геометрии кузовов автомобилей.

Разработка проводится на основании проведенного сравнительного анализа, а также исходя из выбранного технического решения для данного стенда. Прототипом разрабатываемой конструкции будет являться ряд существующих стендов для правки кузовов автомобилей. Одним из таких устройств будет являться стапель ATIS DC-B05.

Проведя конструкторский анализ перечисленных выше конструкций можно выделить несколько сильных сторон:

- наличие встроенного подъемника (AS45L1), что позволяет быстро установить автомобиль на стенд, облегчить проведение слесарных, монтажных работ, шпатлевочных и т.д. работ, а так же

использовать стенд для проведения прочих работ, не связанных с правкой кузова исключительно в качестве подъемника, повывисив, тем самым, унификацию рабочего места;

- конструкция рамы, позволяющая закрепить силовую консоль в любом месте под любым углом, в то числе, на углах рамы (ATIS DC-B05), что позволяет производить изменение геометрии кузова под любым углом;
- передвижная рама (SIVER B), позволяющая рационально использовать пространство рабочего помещения, облегчающая монтаж.

При этом стоит понимать, что наличие собственного подъемного устройства затрудняет исполнение передвижной рамы, использование же консоли под любым углом возможно в обоих вариантах исполнения рамы.

Таким образом, предполагается два варианта конструкции:

- стенд, основными особенностями которого являются: передвижная рама, отсутствие встроенного подъемного устройства, использование консоли под любым углом;
- стенд, основными особенностями которого являются: рама с напольным креплением, наличие встроенного подъемного устройства, использование консоли под любым углом.

Достоинствами первого варианта являются позволяющая рациональное использование пространства рабочего помещения, облегченный монтаж.

Недостатками первого варианта являются отсутствие встроенного подъемного устройства, способного обеспечить подъем автомобиля (приблизительно 2500 кг) на высоту, необходимую для выполнения большинства технологических работ в удобном для человека положении (1600 мм).

Достоинствами второго варианта являются наличие встроенного подъемного устройства, обладающего вышеуказанными характеристиками.

Так же, среди достоинств можно выделить возможность отдельного

использования подъемного устройства для смежных технологических операций.

Недостатками второго варианта являются увеличение массы конструкции, её стоимости, габаритных размеров.

По совокупности свойств, второй вариант конструкции стенда является предпочтительным и может быть рекомендован для эскизного проекта и дальнейшего проектирования. Конструкторское решение, разрабатываемое в данной работе, будет заключаться в объединении п. 1 и п. 3 достоинств вышерассмотренных типовых моделей в одной конструкции, создав, тем самым уникальную конструкцию, существенно превосходящую аналоги по универсальности и удобству без существенного удорожания стоимости.

Так же, рассмотрим варианты конструкции основного элемента – консоли силовой башни. На примере рассмотренных материалов можно выделить два типа конструкции:

- изготовление консоли из монолитного элемента с выполнением засечек для крепления цепи (AS45L1);
- изготовление из труб стандартного диаметра с креплением цепи при помощи роликов (ATISDC-B05).

К достоинствам первого варианта стоит отнести удобство использования и меньший вес.

К недостаткам первого варианта стоит отнести меньшую прочность при равной длине.

К достоинствам второго варианта стоит отнести простоту изготовления из стандартного проката, возможность комбинирования нескольких труб в общий блок для увеличения прочности.

К недостаткам второго варианта стоит отнести больший вес и меньшее удобство пользования.

Принимая во внимание общую концепцию конструкции, значительную необходимую длину консоли вследствие наличия подъемника, что особенно выделяет необходимость в хороших прочностных характеристиках, примем к

использованию второй вариант.

Учитывая особенности конструкции приведенных аналогов, а также учитывая основные тенденции в развитии техники в последние годы, вносим в конструкцию стенда, принятую согласно сравнительному анализу в качестве исходной следующие изменения: совмещение ножничного подъемника с рамой, позволяющей воздействовать на кузов автомобиля на 360 градусов. Кроме того, позволяя выполнять ряд смежных технологических операций, ни в одной из конструкций, предлагаемых к рассмотрению, в анализе аналогов эти два элемента не совмещены.

Выбор материала.

Рассматривая возможные материалы изготовления конструкции, следует принимать во внимание, в первую очередь, прочностные характеристики. Среди наиболее часто используемых в подобных конструкциях материалов следует выделить: сталь 40Х – это конструкционная легированная сталь, предназначена для производства деталей повышенной прочности (Продукция из стали 40Х изготавливается в соответствии с требованиями стандартов ДСТУ 7806 и ГОСТ 4543. Классификация: Сталь конструкционная легированная. Продукция: Сортовой прокат, в том числе фасонный. $\sigma_{\text{в}}=147-150$ кгс/мм², НВ 345-360. Свариваемость материала: трудносвариваемая. Способы сварки: РДС, ЭШС, необходимы подогрев и последующая термообработка. КТС - необходима последующая термообработка) и сталь 3 – конструкционная, легкосвариваемая, применяется для несущих элементов сварных и несварных конструкций и деталей $\sigma_{\text{в}}=205-2450$ кгс/мм², НВ 131.

Принимая во внимание лучше прочностные характеристики Ст3, лучшие характеристики свариваемости, но меньшую, чем у Ст40Х твердость, примем решение об изготовлении основных конструктивных элементов, испытывающих нагрузки и, по большей части, монтируемых сваркой из Ст3, движущихся монолитных частей из Ст40Х.

3.3 Предварительный проектный расчет

Исходя из анализа рассмотренных образцов, можно сделать вывод, что конструкция должна состоять из основных элементов:

- рама подъемника, используемая для установки автомобиля на подъемник,
- опоры подъемника (должны обеспечивать подъем автомобиля на высоту не менее 1600 мм для возможности свободного выполнения большинства видов работ),
- силовая башня (должна иметь высоту не менее 1800 мм над уровнем рамы, исходя принятой максимальной высоты легкового автомобиля в 1800 мм),
- гидроцилиндр силовой башни.

Базовая рама, используемая для первоначального позиционирования автомобиля и монтажа силовой башни. Рама должна иметь габариты не менее 5000x2000 мм (исходя из типовых габаритов легкового автомобиля) и иметь узкие стороны в виде полукруга радиусом 1000 мм (для возможности позиционирования силовой консоли под углом к кузову). Рама должна допускать установку подъемника, габаритами не менее 1400x970 (исходя из расположения опорных точек большинства легковых автомобилей).

В рамках данной курсовой работы должны быть решены следующие, наиважнейшие для определения параметров конструкции, вопросы:

- выбор гидроцилиндра силовой башни,
- расчет сварных соединений,
- прочностной расчет рамы стенда,
- прочностной расчет консоли силовой башни.

Составим кинематическую схему конструкции с указанием всех основных сил и моментов, действующих на конструкцию (рисунок 6,7).

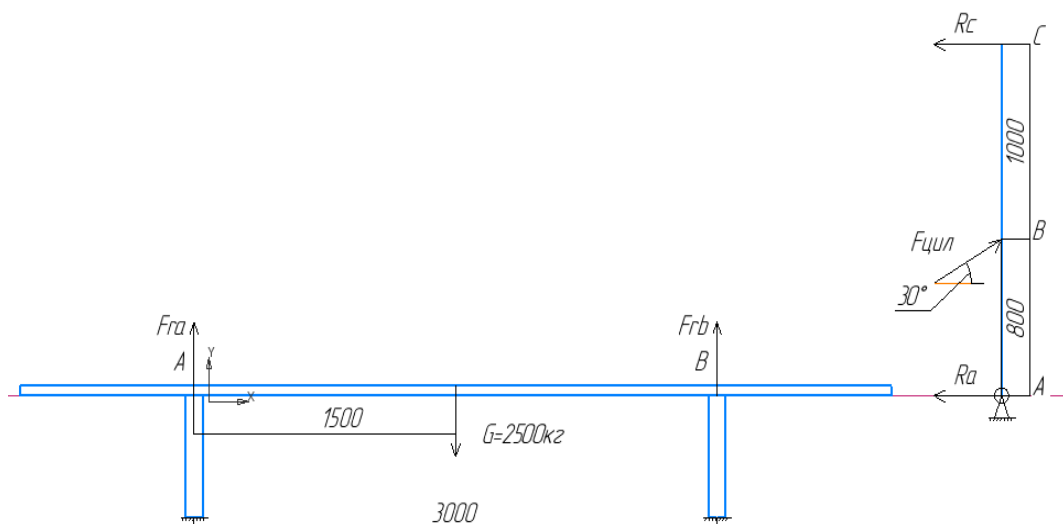


Рисунок 6 – Схема сил

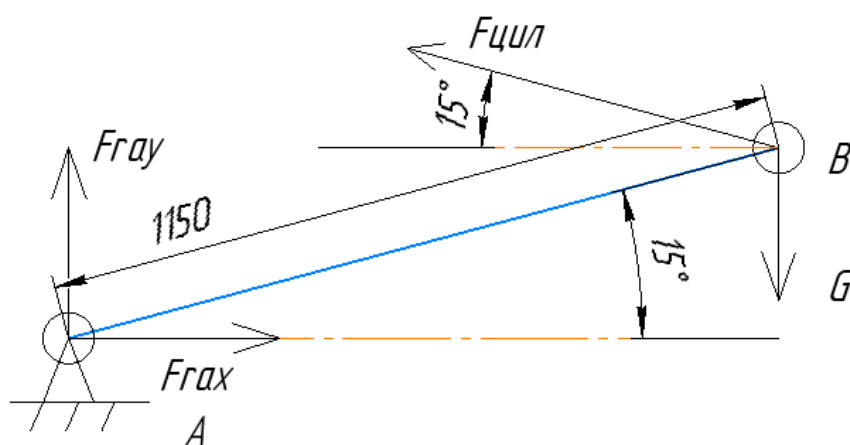


Рисунок 7 – Приведенная схема сил подъемника

3.4 Расчеты основных элементов конструкции

3.4.1 Расчет на прочность основной рамы

Рама представляет собой сварную конструкцию из стальных труб квадратного сечения. Нагрузки, действующие на раму – вес ремонтируемого автомобиля. Наибольшая нагрузка приходится на продольную часть рамы.

Максимальный вес легкового автомобиля примем равным 2500 кг. Следовательно, автомобиль давит на раму суммарно с силой в 2500 Н. Приведя силу, действующую в двух точках к результирующей, составим расчетную схему рисунок 8:

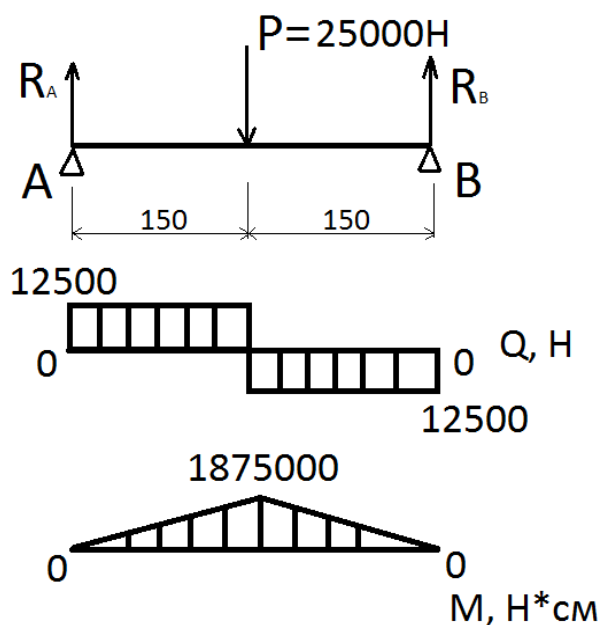


Рисунок 8 – Эпюры внутренних силовых факторов

Сначала необходимо найти реакции в опорах.

$$\Sigma F_y = 0, \quad (28)$$

$$R_A - P + R_B = 0. \quad (29)$$

$$R_A = P - R_B = 25000 - 12500 = 12500H$$

$$\Sigma M_A = 0, \quad (30)$$

$$-150P + R_B \cdot 150 \cdot 2 = 0. \quad (31)$$

$$R_B = \frac{P \cdot 150}{150 \cdot 2} = 12500H$$

На основании вычисленных реакций можно строить эпюры внутренних силовых факторов.

Применим использование в конструкции четырех (по две на сторону) стальных труб из материала Ст3 квадратного сечения $80 \times 6 W_y = 38,46 \text{ см}^3$, $[\sigma] = 1250 \text{ кгс/см}^2$. [33]

$$\text{Тогда: } \sigma_{\max} = \frac{187500}{4 * 38,46} = 1218,8 < [1250]. \text{ Следовательно, условие прочности}$$

выполняется. Запас прочности считаю достаточным, чтобы не использовать трубу большего сечения, т.к. это приведет к удорожанию конструкции.

3.4.2 Расчет сварных соединений устройства

Сварные соединения с угловыми швами при действии продольной и поперечной сил рассчитывают на срез (условный) по двум сечениям, учитывая нагрузку на каждый шов (исходя из конструкции) не более 625 Н:

- по металлу шва [1]:

$$P = \frac{N}{\beta_f k_f l_w} \leq R_{of} \gamma_{of} \gamma_c \quad (32)$$

$$\text{Отсюда: } \frac{625}{1,1 \cdot 0,5 \cdot 8} \leq 180 \cdot 0,85 \cdot 1,3$$

$$142,05 \leq 198,7$$

- по металлу границы сплавления [1]:

$$P = \frac{N}{\beta_z k_f l_w} \leq R_{oz} \gamma_{oz} \gamma_c \quad (33)$$

$$\text{Отсюда: } \beta_z = 1,41 \sqrt{\beta_f - 1,41 \beta_f + 1} = 1,045$$

$$\text{Тогда: } \frac{625}{1,045 \cdot 0,5 \cdot 8} \leq 180 \cdot 0,85 \cdot 1,25$$

$$149,52 \leq 198,7$$

Условие прочности сварного шва выполняется.

3.4.3 Выбор гидроцилиндра силовой башни

Выбор гидроцилиндра осуществляется исходя из необходимого усилия на крюк силового устройства. Рассматривая аналогичные конструкции, приходим к выводу, что усилия в 2,5 т или 25000 Н должно быть достаточно для выполнения работ, для которых предназначена конструкция. Так же необходимо учесть, что цилиндр располагается под углом к силовой башне, соответственно, лишь часть усилия цилиндра (сообразно проекции сил на горизонталь) будет совершать полезную работу. Кроме того, силовая башня с точки зрения механики представляет собой рычаг, и плечо сил, прилагаемых цилиндром к башне, будет отличаться от плеча сил, прилагаемых башней к кузову автомобиля.

Поскольку конструкция не налагает, каких либо ограничений на выбор угла установки цилиндра, в рамках данной работы для простоты расчетов примем угол между штоком цилиндра и вертикалью башни в 60 градусов. Тогда, сила, непосредственно участвующая в полезной работе, должна быть равна:

$$F_x = F_{общ} * \cos \alpha = F_{общ} * \frac{\sqrt{3}}{2} \quad (34)$$

$$F_{общ} = F_x * 1,16 = 35000 * 1,16 = 40600H$$

Разница моментов в каждом конкретном случае (высоте повреждения кузова) будет различной, для расчетов примем соотношение высоты закрепления цилиндра к высоте закрепления крюка как 1/3. Таким образом, для сохранения силы в 25000 Н, действующей на кузов автомобиля, сила выталкивания штока цилиндра в итоге должна быть равна:

$$F_{цил} = F_{общ} * 3 = 40600 * 3 = 121800H$$

Эти параметры гидроцилиндра напрямую зависят от мощности насоса, приводящего в движение поршень. Для проекта примем насос, мощностью не более 70 МПа (или 713,8 кгс/см²) во избежание чрезмерного удорожания

конструкции. Вычислим диаметр гидроцилиндра исходя из следующей формулы:

$$D = \sqrt{\frac{4F_{цил}}{\pi p \eta}} \quad (35)$$

где $F_{цик}$ - усилие выталкивания штока цилиндра, p - номинальное давление, η - КПД, равный 0,95

$$D = \sqrt{\frac{4 * 12180}{3,14 * 70 * 0,95}} = 15,27 \text{ мм}$$

Таким образом, цилиндр должен иметь диаметр поршня не менее 15,27 мм и быть рассчитан на рабочее давление в 70 МПа.

В качестве прототипа выбирается гидроцилиндр RC-59. Диаметр поршня 28 мм, ход штока 232 мм, рабочее давление – 70 МПа[12]:

3.4.4 Прочностной расчет консоли силовой башни

Согласно условий проектирования, максимальная нагрузка на кузов автомобиля при правке составляет 3500 кг или 35000Н. Соответственно, на консоль силовой башни будет действовать противоположно направленная сила реакции, нагружая консоль на изгиб. Построим схему нагружения и вычислим плечи сил. Общая длина балки при максимальных габаритах автомобиля в 2500 мм и собственной высоте рамы (на данном этапе проектирования примем данную величину в 500 мм) должна быть не более 3000 мм. Следовательно, отрезок AC = 3000 мм. Согласно ранее принятой в проекте точке закрепления цилиндра, принимаем длину отрезка BC равной 1000 мм. Р равняется горизонтальной составляющей $F_{цил} = 121800 * \sin 60^\circ = 105481,98 \text{ Н} \approx 105500 \text{ Н}$ (определено ранее при подборе цилиндра силовой башни). Составим уравнение равновесия конструкции:

$$R_A - P + R_C = 0 \quad (37)$$

Второе уравнение:

$$\sum M_A = 0 \quad (38)$$

$$-1000P + R_A \cdot 3000 = 0 \quad (39)$$

Из второго уравнения

$$R_A = \frac{P \cdot 1000}{3000} = 35166H$$

Из первого уравнения

$$R_C = P - R_A = 121800 - 35166 = 86634H$$

На основании вычисленных реакций можно строить эпюры внутренних силовых факторов рисунок 9.

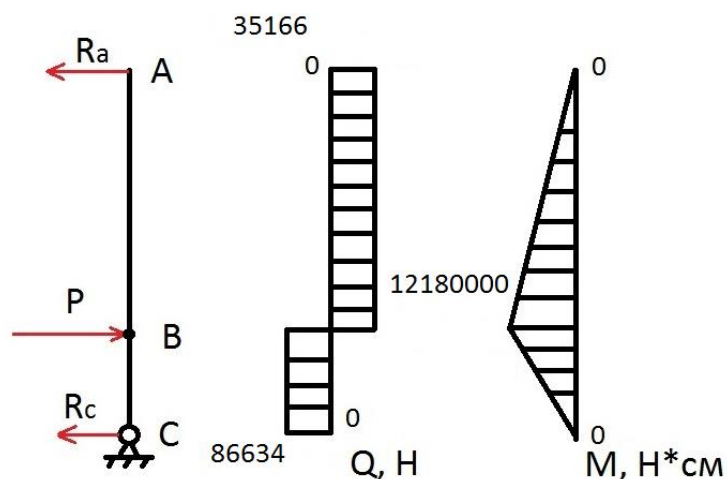


Рисунок 9 – Эпюры внутренних силовых факторов

Принимаем использование в конструкции двух стальных труб из материала Ст3 квадратного сечения $180 \times 10 W_y = 350,44 \text{ см}^3$, $[\sigma] = 1250 \text{ кгс/см}^2$. [33]

Тогда:
$$\sigma_{\max} = \frac{866340}{2 * 350,44} = 1236,07 < [1250].$$
 Следовательно, условие

прочности выполняется.

Кроме расчета балки на изгиб необходимо провести расчет оси крепления ролика для натяжки цепи и оси крепления консоли к раме силовой

башни на срез по следующей формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi * i * z * \tau_{cp}}} \quad (40)$$

где d-диаметр оси в мм;

S - нагрузка на срез в МПа;

i - число плоскостей среза;

z - количество осей;

τ_{cp} - допустимое напряжение на срез в МПа.

Для оси крепления ролика, при условии изготовления её из стали 40Х

$$d = \sqrt{\frac{4 * 25133}{3,14 * 1 * 1 * 330}} = 17,98 \text{ мм}$$

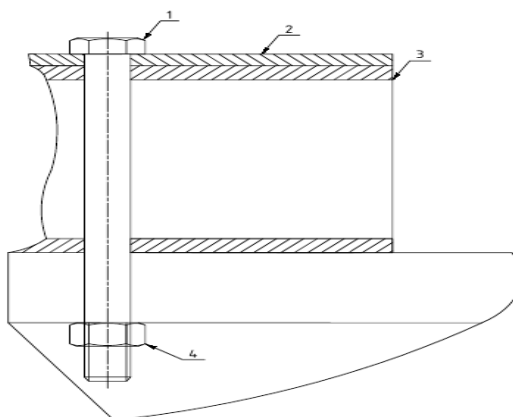
Примем диаметр оси в 20 мм, учитывая запас прочности.

Для оси крепления консоли, при условии изготовления её из стали 40Х

$$d = \sqrt{\frac{4 * 50267}{3,14 * 1 * 1 * 330}} = 25,43 \text{ мм}$$

Примем диаметр оси в 28 мм, учитывая запас прочности.

Силовая башня крепится к раме станда по схеме, представленной на рисунке 10.



1 – болт, 2 – установочный лист, 3 – труба, 4 – гайка

Рисунок 10 – схема крепления силовой башни

3.5 Руководство по эксплуатации

Стенд предназначен для восстановления повреждённых кузовов легковых автомобилей малого и среднего класса, имеющих отбортовку порогов.

Для закрепления кузовов автомобилей на стенде, не имеющих отбортовки порогов, необходимо использовать специальные адаптеры.

Комплектность стенда приведена в таблице 19.

Таблица 19 – Комплект стенда для правки кузовов автомобилей

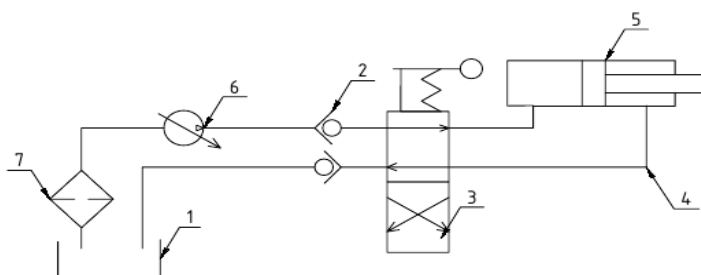
Наименование	Кол-во
Платформа – основание с подъемным механизмом	1
Силовая башня с пневмогидравлическим цилиндром	2
Въездные трапы	2
Универсальные зажимы	4
Перекатные тележки	2
Подставка для крепления колес	2
Ручная лебедка	1
Шланг масляный	2
Пневмогидравлический насос	2
Штуцер	2
Быстрый разъем	2
Штуцер	2
Соединитель	2
Манометр	2
Щит для аксессуаров и приспособлений	1
Набор захватов и зажимов (к-т)	1

В таблице 20 приведены основные технические характеристики и параметры электромеханического стенда для правки кузовов автомобилей.

Таблица 20 – Технические характеристики стенда для правки кузовов автомобилей

Параметр	Значение
Тип	напольный
Привод подъемного и силового устройства	гидравлический
Количество силовых башен, шт.	1
Грузоподъемность максимальная, кг	2500
Способ крепления	за отбортовку порогов
Длина рамы, мм.	5580
Ширина рамы с силовыми устройствами, мм	3250
Рабочая высота рамы, мм.	700
Давление в гидравлической системе, МПа	70
Угол приложения усилия	360°
Ход штока не более, мм	232

Гидравлическая схема стенда представлена на рисунке 11.



1 – бак, 2 – обратный клапан, 3 – кран, 4 – рукава, 5 – цилиндр, 6 – насос, 7 – фильтр

Рисунок 11 – Гидравлическая схема стенда

Стенд комплектуется 4-мя кузовными зажимами. Зажимы можно установить по четырем сторонам центральной зоны. Уникальные кузовные зажимы могут настраиваться автоматически. Система кузовных зажимов может ориентировать, фиксировать и удерживать. Систему кузовных зажимов можно адаптировать к различным типам машин.

3.6 Технологическая инструкция

Необходимо ежедневно проверять крепление всех болтов, гидравлические цилиндры и устранять возможную утечку масла, заменять при необходимости гидравлические шланги, при креплении автомобиля без использования цепей проверять состояние губок на подпороговых зажимах и все болты, состояние цепей, заменять при необходимости, заменять поврежденные воздушные шланги, проверять и их систему крепления, регулярно смазывать маслом шкивы, а также дополнительный неподвижный шкив силовых башен, все другие подвижные части.

Всякое несоблюдение данных правил может повлечь за собой материальный ущерб и телесные повреждения [17].

Чертеж стенда правки кузова легковых автомобилей представлен в Приложении Г.

Детализированный чертеж стенда представлен в Приложении Д.

Спецификация стенда правки кузова легковых автомобилей представлена в Приложении Е.

Выводом проделанной работы, является разработанная конструкция стенда, отвечающая требованиям современного рынка.

4 Технологический процесс правки кузова легкового автомобиля

4.1 Описание детали

Кузов – это несущая система, которая предназначена для установки на неё всех составных частей автомобиля и объединения их в единую надежную конструкцию, которая и является непосредственно автомобилем. По типу получаемой от дорожного покрытия нагрузки конструктивные схемы кузовов делятся на: несущие, полунесущие и разгруженные. В конструктивной схеме кузова, выполняющего несущие функции, такой конструктивный элемент как рама не присутствует, и все нагрузки передаются непосредственно на кузов. Полунесущий кузов соединен с рамой без зазоров и получает только часть нагрузений, приходящих на раму. Разгруженный кузов установлен на резиновых прокладках или подушках и, кроме массы перевозимого груза, никакой нагрузки не воспринимает. Кузов легкового транспортного средства изготавливается из листового металла, имеющего толщину от 0,7 до 1,1 мм. Его расчетные прочностные характеристики при минимально возможной характеристике массы, получается упрочнением мест, испытывающих максимальные значения нагружения [16]. В конструктивной схеме закладывается применение металлов варьируемой толщины, профилей, изготовленных методом штамповки и коробчатых сечений.

4.2 Возможные повреждения кузова

Изменение технического состояния кузова легкового транспортного средства происходит по причине естественного старения материалов, из которых изготовлена его конструкция, получением разнообразных внешних и внутренних нагрузок в процессе эксплуатации или деформациями вследствие ДТП, а также комбинированием этих двух факторов [16].

Износ (коррозионные разрушения) – это основной вид повреждения металлического кузова автомобиля. Деформация деталей кузова – изменение параметров формы и размеров кузова транспортного средства как следствие воздействия сил, при этом масса его остается неизменной. Сжатие, растяжение, кручение, изгиб относят к простым видам деформации. Различают поверхностную и глубокую деформацию. В результате поверхностной деформации образуются вмятины, выпуклости. Для глубокой деформации характерно образование вытяжек, изломов рёбер жесткости, образование складок. Так же может происходить разрушение целостности материала кузова или технологических соединений, сопровождающееся возникновением, разрывов, трещин, фрагментацией. Повреждения, вызванные дорожно-транспортными происшествиями, к примеру, разрывы, вмятины, перекосы - есть следствие разрушения металла по причине внешних воздействий физического характера (ударов и изгибов). Перекос кузова – это превышение свыше допустимых параметров изменения геометрических размеров проемов, к примеру, капота, окон, дверей, крышки багажника. Кроме того, перекосом считается изменение расположения базовых точек крепления мотора, узлов подвески, агрегатов трансмиссии к основанию каркаса кузова несущего типа. Наличие перекосов, возможно предварительно оценить путем проведения визуального осмотра транспортного средства. При наличии определённых косвенных признаков, таких как неравномерность зазора между дверями и кузовом по периметру, затрудненное открывание-закрывание дверей и так далее. При обнаружении подобных признаков в обязательном порядке производится замер диагоналей проемов. Результаты замеров фиксируются в Акте осмотра. Кроме того, на стапеле выполняется замер соответствующих проемов, определяется расположение базовых точек крепления мотора, узлов подвески, агрегатов трансмиссии к основанию каркаса кузова несущего типа. Классификация перекосов устанавливается соответственно степени деформации кузова. Выделяют следующие виды перекосов: для проемов - перекос отдельного

проема, несложный перекося отдельного проема. Для всей конструкции в целом: перекося кузова в целом средней сложности, сложный перекося кузова в целом, перекося кузова в целом особой сложности. При нарушении геометрических размеров одного или нескольких проемов кузова повреждение классифицируется как перекося проема.

В рамках данной работы более подробному рассмотрению подлежат такие виды повреждений, как сложный и особо сложный перекося кузова.

4.3 Общие принципы восстановления геометрии кузова на стапеле

Принцип восстановления геометрии заключается в последовательном выполнении следующих действий: измерении геометрии кузова по контрольным точкам, определения по результатам соотнесения измерений с контрольным листом производителя степени деформации кузова, определении направления приложения силы на кузов автомобиля и её величины, приложении необходимой силы, повторному измерению геометрии кузова по контрольным точкам [32].

Для определения параметров кузова необходимо установить точное положение контролируемых точек в пространстве, то есть определить все три координаты: длину, ширину и высоту. В практике ремонта кузовов применяют разные системы измерения: комплект обычных угольников; комплект угольников с заменяемыми сменными наконечниками; сварочные шаблоны; универсальную механическую систему измерения; универсальную оптическую систему измерения; электронную систему измерения. В данной работе будет рассматриваться оптическая система измерения, как наиболее современная на данный момент. Оптическую систему возможно точно установить в рабочее положение при определении не менее трех базовых точек в частях кузова, не подвергшихся деформации.

Для обеспечения точности измерения кузов должен быть однозначно позиционирован относительно измерительной системы [8]. Принудительное

позиционирование кузова на раме стапеля, выполняемое при помощи зажимов, делает возможным практически во всех случаях однозначно поместить его строго параллельно поверхности рамы стапеля в случае, если кузов изготовлен с высокими допусками выполняемых размеров. Принудительное позиционирование предусматривает, что зажимы не регулируются по высоте, и делают возможным перемещение кузова без зазора на раме стапеля. При этом зажимы остаются под прямым углом к основанию, а их затяжка не вызывает изменения первоначального положения. После чего, когда на раму стапеля производится монтаж универсальной измерительной системы, она автоматически занимает параллельное положение по отношению к раме [16].

Вектор усилия, которое необходимо для придания кузову изначальной формы после деформации, должен быть направлен строго противоположно вектору той силы, которая привела к его деформации. Исключительно в этом случае гарантируется, что первоначальную форму кузова автомобиля, возможно, будет восстановить в рамках одной операции. Кроме того, при выполнении этого условия приложенная сила используется максимально эффективно. В связи с этим в некоторых ситуациях наилучшим решением будет изменить положение тяговой цепи при помощи установки направляющих роликов. Детали кузова, подвергнутые деформации при ДТП, необходимо вернуть в первоначальное положение одновременно. Для реализации этого основного принципа восстановления кузова применяются распорные устройства в комбинации с тяговой цепью [8].

4.4 Технологический процесс восстановления геометрии кузова на стенде

Технологический процесс восстановления геометрии кузова условно можно разделить на следующие этапы:

- установка кузова на стенд (данный этап включает в себя заезд

автомобиля на стенд, предварительное позиционирование кузова, подъем кузова, выполнение операций по очистке кузова, установку зажимов, установку кузова на зажимы);

- измерение степени деформации кузова (данный этап включает в себя сборку и регулировку измерительной системы, производство измерений, анализ полученных результатов, определение точки приложения усилия и его величину);
- правка кузова (данный этап включает установку силовой башни по необходимому углу и высоте, производство правки);
- контроль (данный этап включает в себя повторное проведение измерений по контрольным точкам и анализ результатов).

Учитывая строго последовательный характер операций и небольшие габариты рабочих мест, примем к расчету для осуществления операций одного человека.

Технологический процесс правки кузова на рассчитанном оборудовании состоит из четырех операций, две из которых являются измерительными, что позволяет понять о том, что операция правки кузова после деформации является операцией, требующей точного изначального позиционирования и постоянного контроля положения детали по контрольным точкам.

Разработанная технологическая карта правки кузова автомобиля представлена в Приложении Ж.

Выводом вышеизложенного является разработка технологии проведения кузовного ремонта при помощи разработанного оборудования, составление технологической карты правки кузова автомобиля.

5 Безопасность и экологичность технологического объекта

5.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Назначения участка ремонта кузовных деталей в восстановлении изначальной геометрии после деформаций и устранению неисправностей кузовов транспортных средств, которые являются следствием текущей эксплуатации и ДТП. «В подразделении выполняются такие виды работ и услуг как: Разборочно-сборочные работы по кузову или раме автомобиля; арматурно-кузовные работы; восстановление геометрии кузова и рихтовка панелей; сварочные работы» [19]. Площадь участка составляет 47,4 м². Технологический паспорт участка приведен в таблице 21.

Таблица 21 – Технологический паспорт кузовного участка [19]

Наименование технологического процесса	Наименование операции (вид работ)	Должностное лицо	Используемое при проведении работ оборудование	Материалы, вещества
УМР	технологическая мойка кузова	слесарь кузовного участка	мониторная моечная машина	техническая вода, растворы
Работы по разборке и сборке	работы по разборке и сборке деталей кузова	слесарь кузовного участка	кран гаражный	масло, ветошь, набор ручных инструментов
			подъемник 2-х стоечный	
Арматурно-кузовные работы	снятие и установка отдельных частей кузова	слесарь кузовного участка	кран гаражный	набор ручных инструментов
			подъемник 2-х стоечный	
Сварочные работы	демонтаж при помощи сварочного аппарата деталей с повреждениями монтаж деталей с целью ремонта	сварщик кузовного участка	сварочный аппарат аргонодуговая сварка	аргон, электроды

5.2 Идентификация профессиональных рисков

Идентификация профессиональных рисков представлена в таблице 22.

Таблица 22 – Идентификация профессиональных рисков [3]

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
Технологическая мойка кузова	повышенный уровень влажности, едкие и химические вещества, повышенный уровень шума	мониторная моечная машина, растворы моющих средств
Разборочно-сборочные работы по деталям кузова	острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов и оборудования, перенапряжение зрительных анализаторов, недостаточный уровень освещенности на рабочем месте, повышенная запыленность воздуха рабочей зоны, движущиеся машины и механизмы, подвижные части	острые кромки инструмента, кантователей, самих агрегатов, низкая освещенность оборудования находящегося на отдалении от оконных приемов
Снятие и установка дверей, отдельных панелей или частей кузова, механизмов, стекол и других съёмных деталей	аналогично	острые кромки инструмента, кантователей, самих агрегатов, низкая освещенность оборудования находящегося на отдалении от оконных приемов
Удаление сваркой поврежденного участка кузова, установка дополнительных ремонтных деталей, заварка трещин, разрывов и пробоин	поступление в зону дыхания сварочных аэрозолей, содержащих в составе твердой фазы оксиды различных металлов и токсичные газы. - чрезмерная запыленность - повышенная температура - световое и ИК излучение	сварочный аэрозоль, пыль, электрическая дуга

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Способы и средства понижения действия опасных и вредных производственных факторов представлены в таблице 23.

Таблица 23 - Способы и средства понижения действия опасных и вредных производственных факторов [5], [3]

Фактор, возникающий на производстве, способный причинить вред или представляющий опасность	Меры организационного характера и технические средства минимизации воздействия фактора возникающего на производстве, способного причинить вред или представляющего опасность	СИЗ
Машины, находящиеся в движении, части оборудования, применяемого в производстве, имеющие подвижность	размещение участка ремонта кузовов в отдельном помещении, инструктирование работников, монтаж знаков и табличек предупреждающего характера, монтаж ограждений	специальная одежда
Острые грани, заусенцы и неровность на плоскости инструментов и оборудования	размещение участка ремонта кузовов в отдельном помещении, монтаж знаков и табличек предупреждающего характера, монтаж ограждений использование средств производства, прошедших сертификацию [17]	специальная одежда
Усталость глаз, повышенное световое излучение	устройство регламентированного освещения [7], режим труда и отдыха производственная гимнастика	очки, защитная маска для сварочных работ
Увеличенный уровень влажности воздуха	устройство приточно-вытяжной вентиляционной системы, локальных вытяжных систем, расположение зоны УМР обособленно [18]	влагозащитная спецодежда

Продолжение таблицы 23

Уровень освещенности, не отвечающий требованиям	Расположение рабочих мест вблизи по отношению к оконным проемам, устройство системы искусственного освещения	Локальное освещение, мобильные лампы, переносные источники света
Едкие растворы химвеществ	применение продукции, прошедшей сертификацию	перчатки
Повышенный уровень шума на рабочем месте	снижение характеристик шума оборудования (смазывание трущихся деталей), применение оборудования с наименьшим уровнем шума	СИЗ органов слуха
Превышение характеристики напряженности электрического поля, потенциальная возможность поражения электротоком	оформление допуска к работе, контроль во время проведения работ, контроль осуществления отключений, проведение инструктажей по работе с ЭУ, применение защитного заземления, использование предохранительных устройств, монтаж табличек безопасности, управление стендами при помощи дистанционных пультов	специальная одежда из изолирующих материалов
Повышенный уровень запыленности и загазованность воздуха	устройство приточно-вытяжной вентиляционной системы, локальных вытяжных систем	маски, респираторы
Повышенный уровень температуры поверхности оборудования, материалов и воздуха в зоне производства работ	применение средств индивидуальной защиты	термозащитная спецодежда

Расстояния между оборудованием принимаем по ОНТП-01-91 [18].

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

5.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Опасные факторы пожара идентифицированы согласно «Федеральному закону от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 27.12.2018) Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [31] и сведены в таблицу 24.

Таблица 24 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

Наименование участка, ПП	Тип оборудования	Буквенный классификатор	Факторы, представляющие опасность	Сопряженные факторы
Кузовной участок	Технологическое оборудование на участке	А, Е	Пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды	Части и осколки оборудования, сооружений и строений

5.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта

Согласно «ГОСТ 12.1.004-91. Межгосударственный стандарт. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования» [5] принимаем следующие организационные мероприятия и технические средства по обеспечению пожарной безопасности (таблица 25, 26):

Таблица 25 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства тушения пожара	Огнетушитель водный в количестве 1 шт. типа ОВ, огнетушитель порошкового типа, универсальный тип ОП, емкостью 10 л огнетушитель углекислотного типа, в количестве 1 шт., ящик с песком в количестве 1 шт., одеяло из жаропрочного материала площадью 4 м ²
Мобильные средства тушения пожара	автомобили пожарной охраны
Стационарные установки системы пожаротушения	–
Противопожарная автоматика	сигнальные датчики, реагирующие на дым и тепло, ППК, пожарный – трансляция сигнала на пульт охраны, система распространения сигнала о пожаре [6]
Пожарное оборудование	-
СИЗ и спасения людей при возникновении пожара	-
Пожарный инструмент	лопата
Пожарные сигнализация, связь и оповещение	звуковые оповещатели о возникновении пожара, наличие эвакуационных табличек

Таблица 26 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование ПП	Мероприятия организационно-технического характера	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Кузовной участок	контроль состояния энергетического оборудования со своевременной его заменой и реконструкцией	проведение профилактических работ по графику, персональная ответственность
	Обязательная сертификация согласно требованиям ПБ оборудования и инструмента	закупка оборудования в обязательном порядке, прошедшего сертификацию
	регулярное проведение инструктажей по ПБ [31]	индивидуальный инструктаж под роспись
	размещение технологического оборудования не должно загромождать эвакуационные выходы и проход к средствам пожаротушения	должно движение людей к эвакуационным путям и средствам пожаротушения должно быть беспрепятственным

Продолжение таблицы 26

Кузовной участок	указательные таблички на пути к эвакуационным выходам	монтаж предусмотренных и указательных табличек
	наличие плана эвакуации в случае пожара [20]	разработка действующего плана эвакуации на ПП
Кузовной участок	регулярная и своевременная замена средств пожаротушения	расположение планов эвакуации в случае пожара на видных местах (1 раз в 5 лет)
	проведение наглядной агитации по обеспечению ПБ	наличие средств наглядной агитации по обеспечению ПБ

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Согласно Федерального закона от 24.06.1998 № 89-ФЗ, Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [11] были разработаны мероприятия по снижению воздействия, оказываемого объектом производства на окружающую среду (таблица 27, 28).

Таблица 27 - Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование ПП	Структурные единицы техпроцесса	Влияние единицы технологического объекта на атмосферу [29]	Влияние единицы технологического объекта на гидросферу	Влияние единицы технологического объекта на литосферу, образование отходов [10]
Кузовной участок	производственный персонал, стенды и оборудование	не установлено	сточные воды оборудования по проведению технологической мойки	ТБО, отработавшие срок службы лампы, отработанная спецодежда, ветошь, бумажные отходы от упаковки запчастей, металлолом

Таблица 28 - Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду [30]

Наименование ПП	Кузовной участок
Мероприятия по уменьшению негативного влияния на гидросферу антропогенного характера [4]	установка локальной системы вентиляции над зонами работ с превышенным показателем влажности на участке мойки; использование фильтров в располагающихся на участке вытяжных шкафах; контроль за влажностью воздуха в зоне проведения работ.
Мероприятия по уменьшению негативного влияния на литосферу антропогенного характера [11], [14]	выработавшие срок эксплуатации люминесцентные лампы после замены направляются на утилизацию в предназначенные для этого предприятия, сбор и складирование ТБО выполняются в специальные закрывающиеся контейнеры, бочки и т.д., расположенные в специально отведенных местах [28]; изношенная спецодежда используется как вторичное сырье при изготовлении ветоши; утилизация отходов выполняется с помощью специализированных организаций, в рамках договора на вывоз, утилизацию и захоронение; металлолом складировается на специальной площадке и, после накопления регламентированных объемов утилизируется организацией-подрядчиком; личная ответственность за мероприятия по охране окружающей среды.
Мероприятия по уменьшению негативного влияния на атмосферу антропогенного характера	установка локальной системы вентиляции над зонами работ с превышенным показателем влажности на участке мойки; использование фильтров в располагающихся на участке вытяжных шкафах; контроль за влажностью воздуха в зоне проведения работ

В качестве краткого вывода к вышеизложенной главе следует принять, что кузовной участок, как и все СТО в целом, является объектом, в котором, в большом количестве присутствуют опасные и вредные производственные факторы [13], что требует тщательной их проработки при выполнении проекта в соответствии с действующим законодательством и нормативными актами. Помимо проектных решений, требуются так же решения в области управления персоналом, такие как проведение инструктажей по ТБ, а также своевременное и полное обеспечение работников средствами индивидуальной защиты.

Заключение

В данной бакалаврской работе сделан технологический расчет станции технического обслуживания и ремонта на 1500 легковых автомобилей. Произведено распределение обще годового объема проводимых работ по техобслуживанию и текущему ремонту автомобилей по конкретным видам работ. Произведен расчет по определению числа производственных постов. Выполнен расчет по определению количества производственного и вспомогательного персонала.

Было создано объемно-планировочное решение производственного корпуса, которое включает в себя все необходимые зоны, отделения и подразделения. Разработано объемно-планировочное решение для кузовного участка, размещено технологическое оборудование отделения.

Произведен анализ аналогов технологического оборудования стенда для правки кузовов автомобилей. Рассмотрен комплекс вопросов, включающих в себя выбор прототипа, учтены достоинства и недостатки оборудования. Для лучшей оценки преимуществ и недостатков аналогов, данные представлены в виде циклограммы.

Конструкторская часть включает в себя техническое задание, описание конструкции разрабатываемого стенда для правки кузова легкового автомобиля и технические требования к изделию. Помимо прочего, разработана технология проведения кузовного ремонта при помощи разработанного оборудования, составлена технологическая карта правки кузова автомобиля.

Разработаны меры повышения противопожарной безопасности и охраны труда на технологическом объекте. Разработаны меры по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду, определены способы и средства понижения действия опасных и вредных производственных факторов. Рассмотрены методы и средства снижения профессиональных рисков.

Список используемых источников

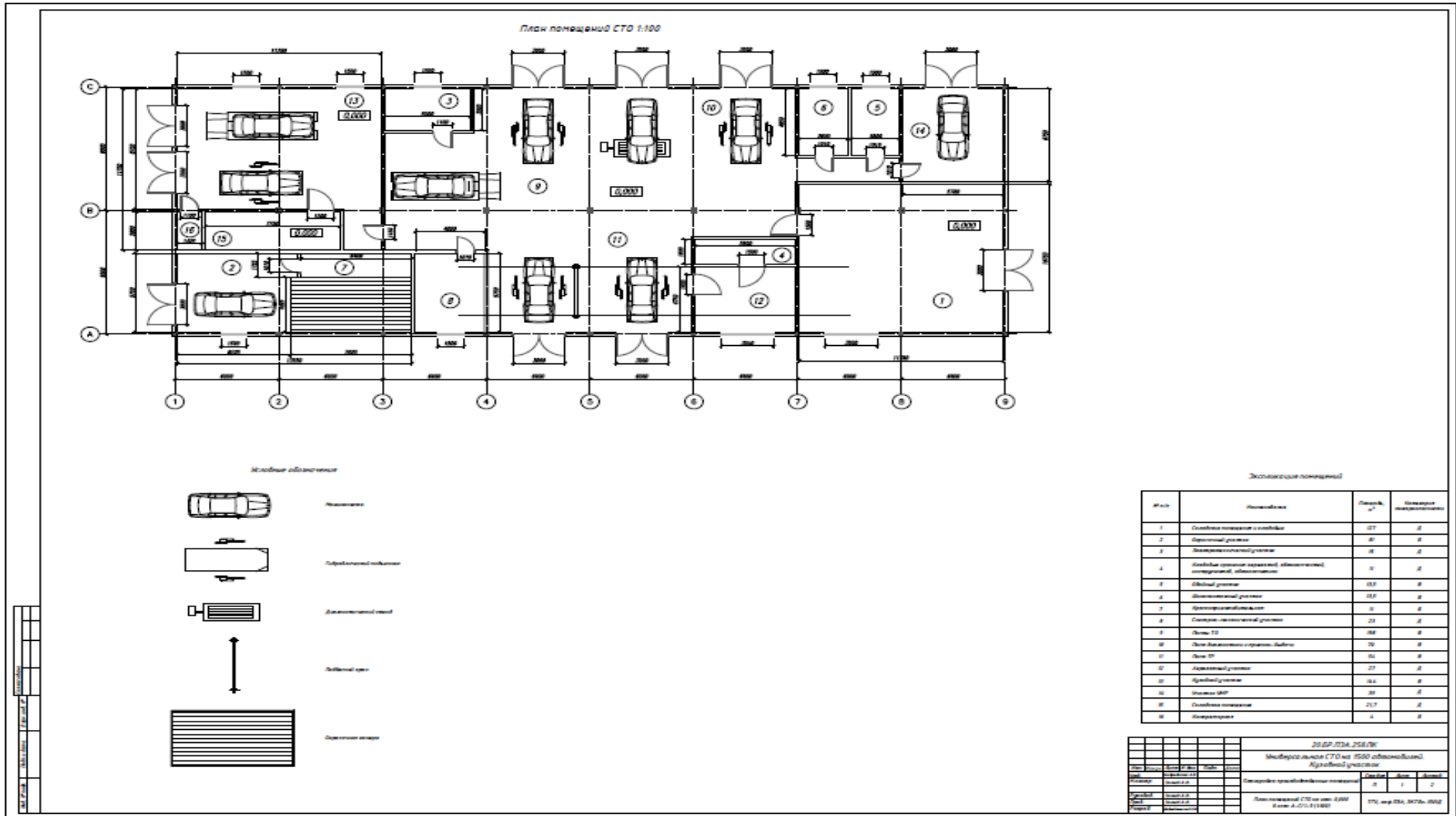
1. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3 т. Т 3. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение. 2001. – 864 с.
2. Афанасьев, Л.Л. Гаражи и станции технического обслуживания автомобилей. Альбом чертежей./ Л.Л. Афанасьев, Б.С. Колясинский, А.А. Маслов. – М.: Транспорт, 1980. – 216 с.
3. Бураев Ю.В. Безопасность жизнедеятельности на транспорте: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / М.: Академия 2004. – 288 с.
4. Водный кодекс Российской Федерации от 16 ноября 1995 г. N 167-ФЗ в ред. от 29 декабря 2004 г.//СЗ РФ, N 47 от 20 ноября 1995 г., ст. 4471.
5. ГОСТ 12.1.004-91. Межгосударственный стандарт. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. Введ. 1992-07-01. М., 2001, 28 с.
6. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Национальный стандарт Российской Федерации. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. Введ. 2014-01-01. М., 2012, 14 с.
7. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений. Введ. 2014-07-01. М., 2015, 32 с.
8. Громаковский А.А., Бранихин Г.И. Покраска автомобиля и кузовные работы / СПб.: Питер, 2009 – 192 с. 17
9. Епишкин В.Е. Проектирование станций технического обслуживания автомобилей: Учебное пособие по выполнению курсового проектирования дисциплине «Проектирование предприятий автомобильного транспорта» / В.Е. Епишкин, А.П. Караченцев, В.Г. Остапец - Тольятти: Изд-во ТГУ, 2012. - 195 с.
10. Закон Российской Федерации от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах» // Москва: Проспект, 2002. - 117 с.

11. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 25.12.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2019) // Собрание законодательства РФ, 29.10.2001, N 44, ст. 4147
12. Каталог компании ENERPAC Режим доступа <http://serozak.com/u/rc.pdf>
13. Колубаев Б.Д. Дипломное проектирование станций технического обслуживания автомобилей: учеб. пособ./ Б.Д. Колубаев, И.С. Туревский. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2008. – 240 с.
14. Лесной кодекс Российской Федерации от 29 января 1997 г. N 22-ФЗ в ред. от 29 декабря 2004 г.//СЗ РФ, N 5 от 3 февраля 1997 г., ст. 610.
15. Малкин В.С., Живоглядов Н.И, Андреева Е.Е. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования: Учебное пособие по курсовому проектированию для студентов специальности "Автомобили и автомобильное хозяйство". – Тольятти: ТГУ, 2005. – 124 с.
16. Мартин Рэндалл. Ремонт кузова автомобиля. Полное руководство для автолюбителя / СПб.: Алфамер Паблишинг, 2010. – 144 с. 18
17. Межотраслевые правила по охране труда на автомобильном транспорте ПОТ РМ-027-2003 . – М.:НЦЭНАС, 2004 . – 168с.
18. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. ОНТП 01-91: – М.: Гипроавтотранс, 1991. – 184 с.
19. Петин Ю.П. Технологический расчёт станций технического обслуживания автомобилей: Метод. указания./ Ю.П. Петин, Н.С. Соломатин. – Тольятти: ТолПИ, 1991. – 21 с.
20. Постановление правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. № 390 «О противопожарном режиме» Введ. с 01.05.2012. М., 2012. 91с.
21. Сайт cyberpedia.su. Режим доступа <https://cyberpedia.su/11xe890.html>.
22. Сайт cyberpedia . Режим доступа <https://cyberpedia.su/11xe88a.html>

23. Сайт studref. Режим доступа https://studref.com/313352/tehnika/osobennosti_planirovochnyh_resheniy_tehnologicheskom_proektirovanii_stoa
24. Сайт ЗАО "Сивер". Режим доступа <http://www.siver.su/index.php>
25. Сайт ООО «АТИС» Режим доступа <https://atis-auto.ru/catalog/platformennye-stapeli/platformenny-stapel-b05/>
26. Сайт ООО НПО "Звезда". Режим доступа <https://autostapel.ru/shop/platformennye-stendi/>
27. Сайт Открытого акционерного общества "ФОРМЗ". Режим доступа <http://www.formz.udmnet.ru>
28. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления" // Санкт-Петербург : Кодекс, 2001. — 54 с.
29. Федеральный закон от 04.11.2004 № 128-ФЗ «О ратификации Киотского протокола к рамочной Конвенции Организации Объединённых Наций об изменении климата» // Санкт-Петербург: Кодекс, 2017. — 158 с.
30. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» // Санкт-Петербург : Кодекс, 2002. — 167 с.
31. Федеральный закон технический регламент от 22.07.2008 № ФЗ-123 «О требованиях пожарной безопасности» // Санкт-Петербург: Кодекс, 2017. — 116 с.
32. Чумаченко Ю.Т. Кузовные работы. Легковой автомобиль: учебное пособие / изд. 2-е, доп. и перераб. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 256 с. 19
33. Шец, С.П., Осипов И.А, Фролов А.В. Проектирование и эксплуатация технологического оборудования для технического сервиса автомобилей в условиях АТП. – Брянск: БГТУ, 2004. – 270 с.
34. Электронный каталог оборудования. Режим доступа URL: <https://www.garo.cc/katalog> (дата обращения 29.01.2020)

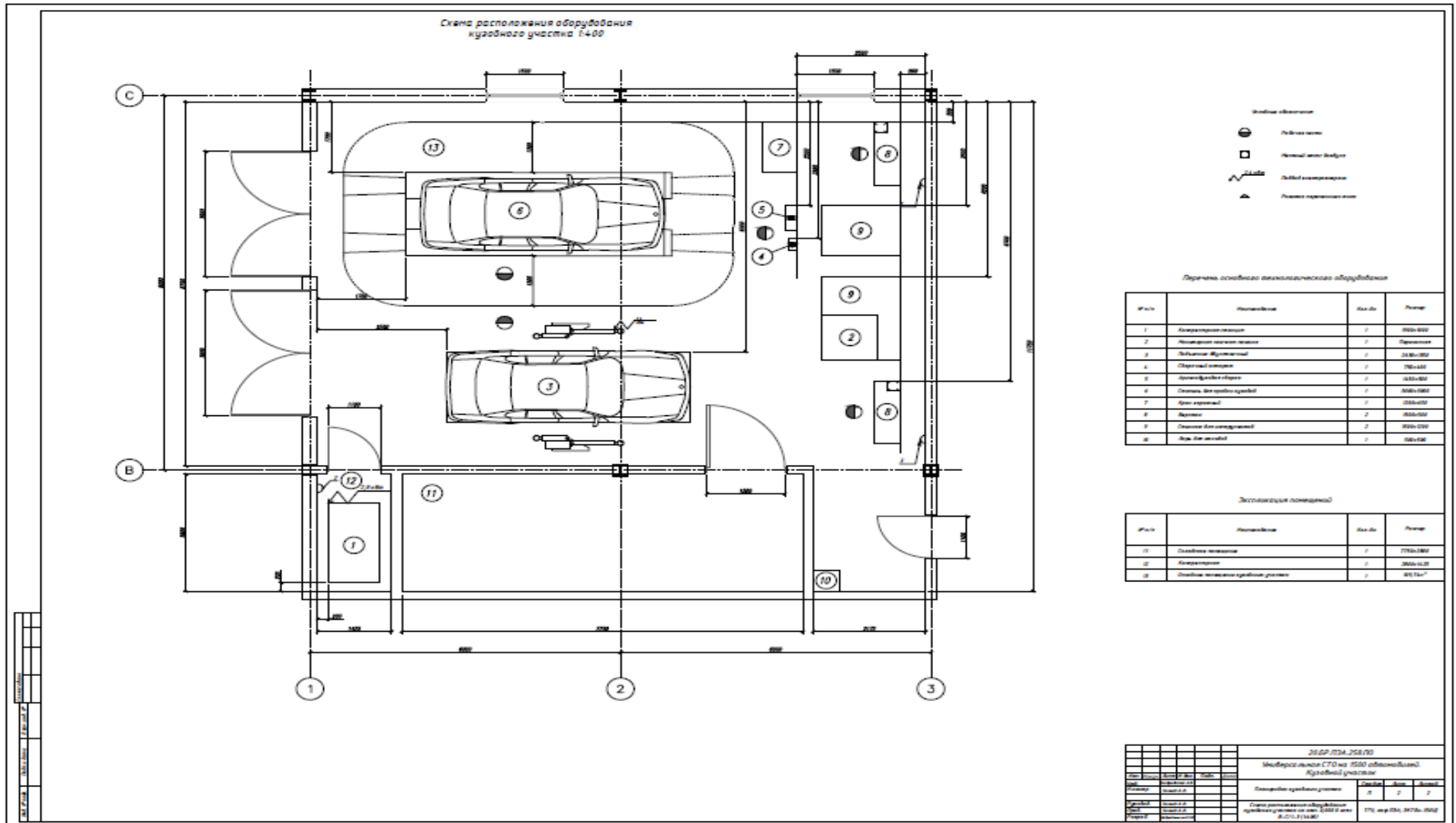
Приложение А

Планировка производственных помещений



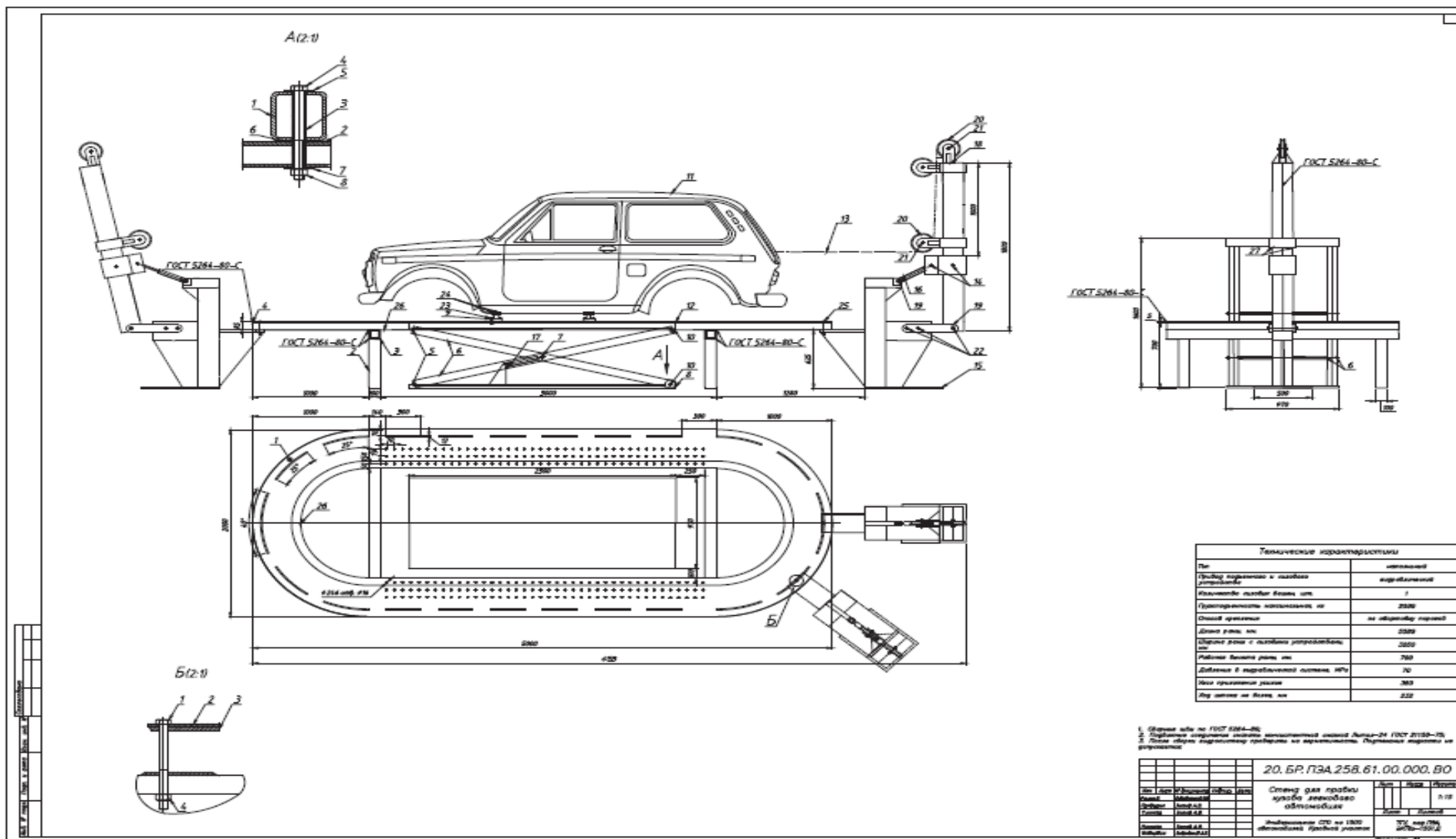
Приложение Б

Планировка кузовного участка

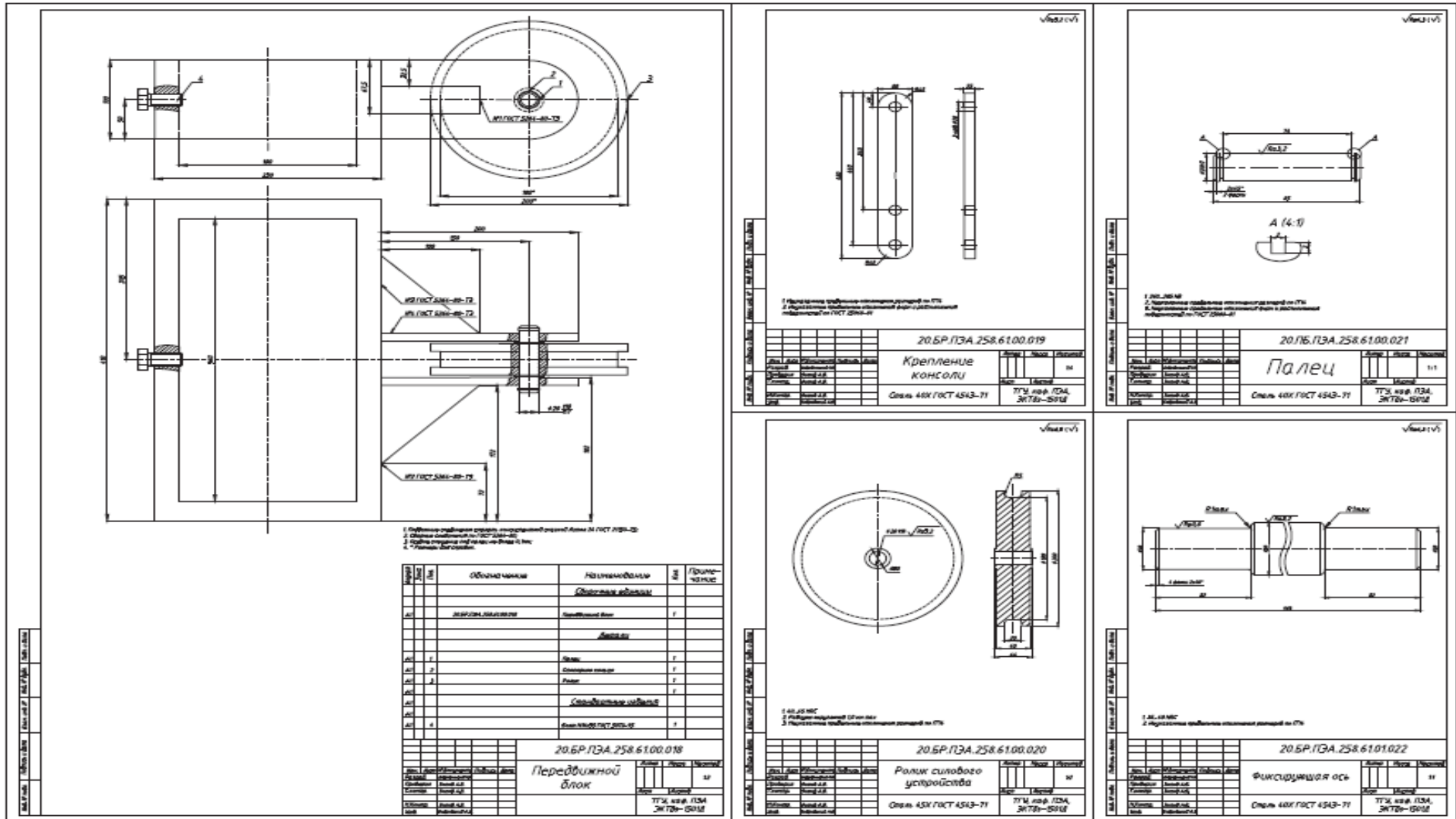


Приложение Г

Стенд для правки кузова легкового автомобиля



Приложение Д Деталировочный чертеж стапеля



Приложение Е
Спецификация

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					<u>Документация</u>		
	A1			20.БР.ПЭА.258.61.00.000.СБ	Сборочный чертеж	3	
					<u>Сборочные единицы</u>		
Справ. №	A1	1		20.БР.ПЭА.258.61.00.001	Рама	1	
	A1	2		20.БР.ПЭА.258.61.00.002	Опора рамы	1	
	A1	3		20.БР.ПЭА.258.61.00.003	Поперечная балка	1	
	A1	4		20.БР.ПЭА.258.61.00.004	Установочный лист	1	
	A1	5		20.БР.ПЭА.258.61.00.005	Ролик подъемника	4	
	A1	6		20.БР.ПЭА.258.61.00.006	Опора подъемника	4	
	A1	7		20.БР.ПЭА.258.61.00.007	Ось подъемника	1	
	A1	8		20.БР.ПЭА.258.61.00.008	Рама подъемника	1	
	A1	9		20.БР.ПЭА.258.61.00.009	Крепление кузова	4	
	A1	10		20.БР.ПЭА.258.61.00.010	Ось крепления подъемника	4	
	A1	11		20.БР.ПЭА.258.61.00.011	Кузов	1	
	A1	12		20.БР.ПЭА.258.61.00.012	Плита подъемника	1	
	A1	13		20.БР.ПЭА.258.61.00.013	Цель	1	
	A1	14		20.БР.ПЭА.258.61.00.014	Ось	1	
	A1	15		20.БР.ПЭА.258.61.00.015	Рама консоли	1	
	A1	16		20.БР.ПЭА.258.61.00.016	Гидроцилиндр консоли	1	
	A1	17		20.БР.ПЭА.258.61.00.017	Гидроцилиндр подъемника	1	
	A1	18		20.БР.ПЭА.258.61.00.018	Передвижной блок	1	
					<u>Детали</u>		
	A1	19		20.БР.ПЭА.258.61.00.019	Крепление консоли	2	
				20.БР.ПЭА.258.61.00.000.СП			
Инв. № подл.	Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		
	Разраб.	Добровольский О.Ю.				Лит.	Лист
	Проверил	Зотов А.В.					Листов
	Н.контр.	Зотов А.В.					1
	Утвердил	Добровольский А.В.					2
Стенд для правки кузовов						ТГУ, каф. ПЭА ЭККТбз-1501Д	
Формат А4							

