МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Филиал Федерального Государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Факультет *«Машиностроительный»*
Кафедра *«Автомобилестроение»*

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН
Рецензент,_____
(должность)

_____
(подпись) (И.О.Ф.)

_____ 2017 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой, к.т.н., доцент

_____ *В.В. Краснокутский*
(подпись) (И.О.Ф.)

_____ 2017 г.

Автомобиль с модульной установкой опрыскивателя

(наименование темы проекта)

ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ
ЮУрГУ–23.05.01.2017.615.ВКП

Консультант, *к.э.н.*
Экономическая часть

_____ *Н.С. Комарова*

_____ 2017 г.

Руководитель, *к.т.н., доцент*

_____ *В.В. Краснокутский*

_____ 2017 г.

Консультант, *к.т.н., доцент*
Безопасность жизнедеятельности

_____ *В.В. Краснокутский*

_____ 2017 г.

Автор
студент группы *МиМс-551*

_____ *М.А. Позолотин*

_____ 2017 г.

Нормоконтролер, *ведущий инженер АО ГРЦ КБ им. ак. В.П. Макеева*

_____ *М.И. Абрамов*

_____ 2017 г.

Миасс, 2017

АННОТАЦИЯ

Позолотин М. А. Автомобиль с модульной установкой опрыскивателя. – Миасс: ЮУрГУ, Кафедра «Автомобилестроение»; 2017. Расчетно-пояснительная записка, 80 с. Библиография литературы – 20 наименований, 9 листов ф. А1, 2 листа ф.А3, 2 листа ф.А4, спецификация 3 листа.

В данном проекте был произведен анализ конструкций автомобилей, и выбрано транспортное средство для установки опрыскивателя, в ходе анализа были проанализированы существующие на рынке опрыскиватели и был выбран подходящий исходя из технических и экономических соображений Опрыскиватель Заря ОП 2000, в качестве проектируемого автомобиля был выбран автомобиль Урал-43206, для проектируемого автомобиля выполнен тягово-динамический расчет.

Также была выбрана технологическая деталь кронштейн, для которой была выполнена разработка технологического процесса изготовления.

В разделе безопасность жизнедеятельности были рассмотрены вопросы безопасности при работе с пестицидами и эксплуатация опрыскивателя.

В разделе гражданская оборона была определена роль автомобилю в обеззараживанию территории от радиации.

Было дано экономическое обоснование целесообразности установки модуля опрысакивателя.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 7

1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ 8

1.1 Обзор конструкции 8

1.2 Классификация опрыскивателей 12

1.2.1 Прицепные 12

1.2.2 Навесные 13

1.2.3 Самоходные 13

1.3 Выбор опрыскивателя 14

Вывод по разделу один 16

2 ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ 17

2.1 Исходные данные 17

2.2 Внешняя скоростная характеристика двигателя 18

2.3 Тяговая характеристика автомобиля 20

2.4 Мощностный баланс автомобиля 21

2.5 Динамическая характеристика автомобиля 22

2.6 Ускорение автомобиля 23

2.7 Время и путь разгона автомобиля 23

2.8 Угол подъема автомобиля 26

2.9 Расчет топливной экономичности 26

Вывод по разделу два 34

3 КОНСТРУКЦИОННАЯ ЧАСТЬ 35

3.1 Расход пестицида 35

3.2 Минутный расход 35

3.3 Общая масса 36

3.4 Динамический коэффициент 37
3.5 Реакции действующие на кронштейн 37
3.6 Крепление кронштейна к раме 39
Вывод по разделу три 40
4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ 41
4.1 Выбор технологического оборудования 41
4.2 Технологический процесс изготовления кронштейна 45
Вывод по разделу четыре 49
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНИДЕЯТЕЛЬНОСТИ 50
5.1 Требования безопасности труда при работе с опрыскивателями 51
5.2 Требования безопасности перед началом работы 54
5.3 Требования безопасности во время работы 54
5.4 Требования безопасности по окончанию работы 56
Вывод по разделу пять 56
6 ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА 57
Вывод по разделу шесть 58
7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 59
7.1 Экономический расчет 59
7.2 Точка безубыточности 73
Вывод по разделу семь 74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 75
БИБЛЕОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 76

ВВЕДЕНИЕ

В выступлениях Президента, постановлениях правительства большое внимание уделяется развитию сельскохозяйственного производства, в связи с санкциями необходимо импортозамещение продукции и обеспечению продовольственной безопасности страны. Вместе с этим наблюдается снижение энерговооруженности сельскохозяйственных предприятий, повсеместное старение техники, уменьшение числа механизации кадров и снижение их профессионального уровня.

Технический уровень в машиностроении определяет решающие отрасли народного хозяйства. Очень важно при проектировании сельскохозяйственных машин учесть такие факторы как их надежность, долговечность и низкую себестоимость.

В последнее время сельхозпроизводители а также мелкие фермеры все чаще задумываются о целесообразности покупки самоходных опрыскивателей. Стоимость самоходного опрыскивателя иностранного производства, может составлять 14 млн руб. Неудивительно, что сельхозпроизводители пытаются искать более доступные отечественные аналоги. Такую технику, как правило, приобретают крупные предприятия, чья посевная площадь составляет не менее 10-20 тыс. га. Особенно востребованы они, если в хозяйстве почва обрабатывается по технологиям Mini-Till или No-Till, также когда в структуре севооборота значительную долю занимают пропашные культуры – кукуруза, подсолнечник.

Опрыскиватель на базе автомобиля Урал наиболее лучше подойдет для обработки почвы. Небольшая цена , простота конструкции, комфорт возможность демонтажа конструкции делают опрыскиватель на базе автомобиля Урал конкурентом для иностранных производителей.

1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

1.1 Обзор конструкций

Для полноприводных грузовиков популярность – нормальное состояние. Эти машины всегда были и остаются востребованными, особенно в тех регионах, куда на обычном транспорте не проехать. Можно отметить, что в российском автопроме хорошо налажено производство таких автомобилей. Т.е. на каждом из заводов, производящих грузовые автомобили (КамАЗ, ГАЗ, ЗИЛ, Урал и др.), обязательно выпускают и полноприводные модели грузовиков.

На рынке коммерческой автомобильной техники пытаются доминировать грузовые автомобили иностранных производителей. Однако КамАЗ достаточно успешно старается выдерживать конкуренцию с импортными грузовиками. Доказательством тому служит сохранение маркой своих позиций лидера по объему продаж этих автомобилей в России. Бортовой полноприводный автомобиль КАМАЗ-4326 (4х4)

Цена тягача КамАЗ-4326 в исполнении «шасси» на российском рынке от ~ 1 млн. 750 тыс. рублей, стоимость «бортового» исполнения от ~ 1 млн. 900 тыс. рублей

Рисунок 1.1 - КамАЗ 4326 (Россия)

Самым легендарным полноприводным грузовиком является ГАЗ-66, представляющий семейство грузовых автомобилей повышенной проходимости. Его основное предназначение – использование в тяжелых дорожных условиях для уверенной езды по бездорожью. Наличие самоблокирующегося дифференциала заднего моста и большого дорожного просвета полноприводного грузовика ГАЗ-66 дают возможность быстрого и беспрепятственного преодоления самых сложныхучастков пути абсолютно независимо от условий окружающей среды.

Рисунок 1.2 - ГАЗ-66

На сегодняшний день производство легендарного ГАЗ-66 завершилось в конце прошлого века в1999ом году.

Много на рынке и китайских грузовиков Howo, которые представляют новую ветвь развития модельного ряда известной грузовой техники объединения CNHTC Sinotruk. Своей комфортабельностью кабина CNHTC Sinotruk Howo обязана всемирно известной компании Volvo: производится в Китае по лицензии этой фирмы. От стандартной версии эти грузовики отличает обновлённый узнаваемый дизайн. Оснащен двигателем серии WD615, соответствующим нормам Евро-2 и Евро-3.

Рисунок 1.3 - Howo (Китай)

Стоимость данного автомобиля Howo, колеблется от 2 300 000 до 2 800 000 рублей.

Полноприводное автомобильное шасси МАЗ 4х4 – навеска специального и грузового оборудования. Конструкция и особенности шасси данного типа: две оси ведущих мостов предоставляют возможность передвижения в районах с низкой проходимостью, в том числе по заснеженной и заболоченной местности.

Грузовики с колесной формулой 4х4 широко применяются в качестве шасси для автоцистерн, автомастерских и других различных видов специальной техники. Стоимость автомобиля от 1900000 до 2220000 тыс.рублей

Рисунок 1.4 - МАЗ 5316Х5-461-001 (Беларусь)

Модель Урал 4320 является базовой для многочисленного семейства грузовиков, которые эксплуатируются в различных отраслях народного хозяйства.

Самым легким в этом семействе является внедорожный Урал 43206. Этот грузовик практически не уступает по проходимости трехосным вездеходам. Несмотря на колесную формулу 4х4 он способен передвигаться по любому виду дорожного покрытия, в том числе заснеженной, болотистой или песчаной местности. Грузоподъемность шасси Урал 43206 составляет 5,5 тонн. Грузовик с бортовой платформой рассчитан на перевозку до 4,2 тонн грузов и 27 человек в кузове, оснащенном откидными скамейками. [20]. Цена автомобиля на российском рынке от 1 500 000 до 2 000 000.

Рисунок 1.5 - Урал 43206 (Россия)

Заключение

На основе проведенного обзора конструкций, можно сделать вывод о том, что автомобиль Урал с колесной формулой 4×4 отлично подойдет для установки опрыскивателя модульного типа по техническим характеристикам, так же и исходя из ценовой политики.

1.2 Классификация опрыскивателей

Опрыскиватели — механизмы, предназначенные для защиты культивируемых растений от болезней и вредителей, а также для внесения минеральных удобрений.

На сегодняшний день, выбор опрыскивателей на самом деле очень разнообразен. И самое главное это выбор оптимального варианта данной техники под свои задачи, чтобы средства. [13]

В первую очередь нужно остановиться на группах опрыскивателей, всего их три: навесные, прицепные, самоходные.

1.2.1 Прицепные опрыскиватели

Прицепной тип опрыскивателя

Рисунок 2.1-Прицепной опрыскиватель Caiman 3000

Прицепной тип опрыскивателя. Они считаются самыми популярными на рынке. Рабочий объем значительно больше по сравнению с навесными опрыскивателями порядка 2-4 кубов. Все это дает возможность эксплуатировать их на значительно больших площадях без дозаправки. Ширина захвата также больше, чем у навесных опрыскивателей и достигает от 24-36 м.

1.2.2 Навесные опрыскиватели

Рисунок 2.2-Навесной опрыскиватель ОНШ 600

Навесной тип опрыскивателя навешивается на навеску трактора. В большинстве случаев они небольшого объема порядка 600-800 литров и рабочим захватом 12-18 метров. В то же время им характерны такие преимущества как отличная маневренность, эксплуатация с тракторами отечественного производства, доступная стоимость, приемлемая средняя скорость. Из недостатков выделяется невысокая производительность. Кроме этого клиренс ограничивается трактором

1.2.3 Самоходные

Рисунок 2.3-Самоходный опрыскиватель SX 275

К самому большому преимуществу данного вида техники можно отнести то, что самоходный опрыскиватель имеет очень быстрый срок окупаемости, поскольку его производительность за один сезон является очень высокой и быстро окупает все затраты.

Данная техника не так давно начала появляться на нашем рынке. По большей части производителями являются Европа и США. Из преимуществ выделяется большой клиренс порядка 1,5 метров и намного большая производительность до 1000 Га в день. Недостаток, пожалуй, единственный это высокая стоимость.

Для установки на платформу автомобиля наиболее подходящим будет установка прицепного опрыскивателя с емкостью на 2000 л и штангами 18м.

1.3 Выбор Опрыскивателя

На сегодня в России широкое распространение получили опрыскиватели фирмы Мекосан (Белоруссия) и Заря (Россия)

Рисунок 2.4-Опрыскиватель Мекосан 2000-18

Технические характеристики Мекосан 2000-18

Производительность при обработке полевых культур: 18 га

Рабочая скорость движения: 4-12 км/ч

Транспортная скорость движения с незаполненными емкостями: 16 км/ч

Рабочая ширина захвата: 18 м

Вместимость бака: 2000 л

Стоимость опрыскивателя Мекосан 2000-18 от 400 000до 500 000 тыс.рублей

Рисунок 2.5-Опрыскиватель Заря ОП 2000-18

Технические характеристика Опрыскивателя Заря ОП 2000-18 [14]

Объем рабочего бака: 2000 л

Ширина обработки: 18 м

Объем промывочного бака: 167 л

Ширина колеи: 1400, 1500, 1800 мм

Дорожный просвет: 550 мм

Высота подъема штанг: от 500 до 2000 мм

Складывание-раскладывание штанг: Гидравлическое

Подъем и опускание штанг: Гидравлическое

Масса пустого, не более: 980 кг

Стоимость данного опрыскивателя на рынке составляет от 320 000 до 400 000 тыс. рублей

В результате анализа существующих конструкций опрыскивателей, наиболее подходящим опрыскивателем для установки на платформу автомобиля Урал является опрыскиватель фирмы Заря. Стоимость данного опрыскивателя значительно ниже других производителей, простота конструкции являются важнейшим фактом при выборе опрыскивателя.

Вывод по первому разделу:

В результате проведенного обзора опрыскивателей наиболее подходящим будет установка на платформу автомобиля Урал опрыскиватель от прицепного типа с рабочим объемом 2 000 литров с шириной захвата обработки 18 м.

Проанализировав опрыскиватели и проведя обзор конструкций автомобилей сделал вывод, что самоходный опрыскиватель на базе автомобиля УРАЛ 43206 с колесной формулой 4х4 будет удовлетворять технико-экономическим свойствами. Это объясняется очевидными преимуществами:

1. Высокая производительность. Маятниковая (с аммортизаторами) система подвеса штанг опрыскивателя в сочетании с рессорами шасси автомобиля позволяют вести обработку посевов на высокой скорости до 40 км/ч. Дневная выработка достигает 300 га.
2. Оснащенный малообъемным оборудованием опрыскиватель, за одну заправку химикатом обрабатывает до 200 гектар.
3. Высокая мобильность и внедорожная проходимость опрыскивателя позволяет экономить время на переезды (между полями, за водой).
4. Стоимость несколько раз ниже импортных самоходных опрыскивателей. Доступные и недорогие запасные части.
5. Использование автомобиля по прямому назначению после проведения сезонных работ путем демонтажа опрыскивателя и установки кузова.

2 ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

2.1 Исходные данные

M_{φ} - масса приходящаяся на ведущие колеса, кг	12380
υ_{amax} - максимальная скорость автомобиля, м/с (км/ч) υ_{amin} - минимальная скорость м/с (км/ч)	25,0 (90) 0,8 (3)
r_k – радиус качения колеса, м	0,6
P – количество полных зубчатых зацеплений в потоке мощности	7
l – количество карданных шарниров в потоке мощности	8
Cx – коэффициент аэродинамического сопротивления	1
ρ - плотность воздуха, кг/м^3	1,28
B – колея передних колес автомобиля, м	2
H - высота автомобиля, м	3
$K_Л$ - коэффициент заполнения лобового сечения	1
φ – коэффициент сцепления шин с дорогой	0,8
Q – номинальный удельный расход топлива, г/кВт·ч	197
N_{emax} – максимальная мощность двигателя, кВт (л.с.)	169 (230)
$n_{e\,min}$ – минимальная устойчивая частота вращения двигателя, об/мин	1000
$n_{e\,max}$ – максимальная частота вращения двигателя, об/мин	2100
$i_{гл}$ – передаточное число главной передачи	6,77

На рассматриваемом автомобиле установлен двигатель модели ЯМЗ-236НЕ23 и 5-ступенчатая коробка передач ЯМЗ-236У. [16]

Таблица 2.1- Передаточные числа коробки передач

Общая передача	Передаточное число
первая	5,26
вторая	2,90
третья	1,52
четвертая	1,00
пятая	0,66
задний ход	5,48

Таблица 2.2 - Передаточные числа раздаточной коробки

Передача	Передаточное число
высшая	1,21
низшая	2,15

2.2 Внешняя скоростная характеристика двигателя

Внешняя скоростная характеристика двигателя – это график зависимости эффективной мощности и эффективного момента двигателя от числа оборотов коленчатого вала на установившемся режиме работы двигателя. Кривую эффективной мощности $N_e=f(n_e)$ строим по эмпирической формуле:

$$N_e = N_{e\,max}\left(A_1\frac{n_e}{n_{e\,max}} + A_2\frac{n_e^2}{n_{e\,max}^2} - \frac{n_e^3}{n_{e\,max}^3}\right), \qquad (2.1)$$

где N_e – мощность двигателя, кВт;

n_e – частота вращения двигателя, об/мин;

A_1=0,5; A_2=1,5 – для дизельных двигателей.

$N_{eMIN} = 169\left(0{,}5\frac{1000}{2100} + 1{,}5\frac{1000^2}{2100^2} - \frac{1000^3}{2100^3}\right) = 79{,}5кВт$, аналогично находим остальные значения мощности двигателя, полученные значения заносим в таблицу.

Кривую крутящего момента $M_e=f(n_e)$ строим по формуле:

$$M_e = \frac{30N_e \cdot 10^3}{\pi \cdot n_e}, \qquad (2.2)$$

где M_e – крутящий момент двигателя, Н·м

$M_{eMIN} = \frac{30 \cdot 79{,}5 \cdot 10^3}{3{,}14 \cdot 1000} = 759{,}3Нм$, аналогично находим остальные значения крутящего момента, полученные значения заносим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 - Внешняя скоростная характеристика двигателя

Частота вращения, об/мин (n_e)	Мощность, кВт (N_e)	Крутящий момент, Н·м (M_e)
1000	79,47	759,29
1100	89,53	777,60
1200	99,53	792,42
1300	109,36	803,75
1400	118,93	811,60
1500	128,10	815,96
1600	136,79	816,83
1700	144,88	814,21
1800	152,25	808,11
1900	158,80	798,52
2000	164,42	785,44
2100	169,00	768,88

2.3 Тяговая характеристика автомобиля

Тяговой характеристикой автомобиля называют график зависимости силы тяги на колесах автомобиля от скорости движения на различных передачах $P_k=f(\upsilon_a)$. Силу тяги определяем по формуле:

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_{тр} \cdot \eta_{тр}}{r_к}, \qquad (2.3)$$

где P_k – сила тяги на колесах автомобиля, Н;

$\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии;

$i_{тр}$ – передаточное число трансмиссии.

$$\eta_{тр} = 0{,}98^{p} \cdot 0{,}996^{l}, \qquad (2.4)$$

$\eta_{тр} = 0{,}98^{7} \cdot 0{,}996^{8} = 0{,}84$.

$$i_{тр} = i_{кп} \cdot i_{рк} \cdot i_{гл}, \qquad (2.5)$$

где $i_{кп}$ – передаточное число коробки передач;

$i_{рк}$ – передаточное число раздаточной коробки.

$i_{тр1} = 5.26 \cdot 2{,}15 \cdot 6.77 = 76{,}5$

$i_{тр2} = 0.66 \cdot 1.21 \cdot 6.77 = 5.4$,

$$\upsilon_a = 0{,}105 \frac{n_e \cdot r_k}{i_{тр}}, \qquad (2.6)$$

График тяговой характеристики двигателя представлен на рисунке 2.2.

2.4 Мощностный баланс автомобиля

Уравнение мощностного баланса имеет следующий вид:

$$N_k=N_f+N_\alpha+N_w+N_j, \quad (2.7)$$

где N_k – мощность приложенная к колесам со стороны трансмиссии, Вт;

N_f – сила затрачиваемая на преодоление сопротивления качению, Вт;

N_α – мощность затрачиваемая на преодоление подъема, Вт;

N_w –сила затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха, Вт;

N_j – мощность затрачиваемая на преодоление сил инерции, Вт.

$$P_k \cdot \upsilon_a = m_a \cdot f \cdot g \cdot \upsilon_a \cdot \cos\alpha + m_a \cdot g \cdot \upsilon_a \cdot \sin\alpha + 0{,}5Cx \cdot \rho \cdot F_a \cdot \upsilon_a^3 + \\ + m_a \cdot \delta_j \cdot \upsilon_a \frac{d\upsilon_a}{dt} \quad (2.8)$$

Для нашего варианта рассмотрим случай равномерного прямолинейного движения автомобиля по ровной дороге без подъема, когда мощность приложенная к колесам (N_k) расходуется только на преодоление сопротивления качению и сопротивления воздуха (N_f+N_w).

$$N_k = P_k \cdot \upsilon_a, \quad (2.9)$$

Где υ_a – скорость движения автомобиля, м/с.

$$N_f = m_a \cdot f \cdot g \cdot \upsilon_a, \quad (2.10)$$

$$N_w = 0{,}5Cx \cdot \rho \cdot F_a \cdot \upsilon_a^3, \quad (2.11)$$

Где F_a – площадь лобового сечения автомобиля, м$^{3.}$

$$F_a = B \cdot H \cdot K_Л, \quad (2.12)$$

$F_a = 2 \cdot 3 \cdot 1 = 6{,}0 м^2$.

Определим максимальную мощность двигателя по формуле:

$$Nev_{max} = \frac{\psi \cdot m_a \cdot g \cdot v_{amax} + 0{,}5 \cdot \rho \cdot C_X \cdot F_a \cdot V_a^3}{\eta_{тр}} \quad (2.13)$$

$$Nev_{max\,(нетто)} = \frac{0{,}018 \cdot 12380 \cdot 9{,}8 \cdot 25 + 0{,}5 \cdot 1{,}28 \cdot 1 \cdot 6.0 \cdot 25^3}{0{,}84} = 126 кВт$$

График мощностного баланса представлен на рисунке 2.3.

2.5 Динамическая характеристика автомобиля

Динамической характеристикой называют график зависимости динамического фактора D автомобиля с полной нагрузкой от скорости движения на различных передачах. Динамическим фактором автомобиля называют отношение разности силы тяги на колесах и силы сопротивления воздуха к весу автомобиля:

$$D = \frac{P_k - P_w}{m_a \cdot g}, \quad (2.14)$$

где D – динамический фактор автомобиля;

P_w – сила сопротивления воздуха, Н.

$$P_w = 0{,}5 \cdot Cx \cdot \rho \cdot F_a \cdot \upsilon_a^2, \quad (2.15)$$

$$P_{W\max} = 0{,}5 \cdot c_x \cdot \rho \cdot F_a \cdot V_{a\max}^2 = 0{,}5 \cdot 1 \cdot 1{,}28 \cdot 6 \cdot 25^2 = 24000 \text{ Н}$$

$$P_{W\min} = 0{,}5 \cdot c_x \cdot \rho \cdot F_a \cdot V_{a\min}^2 = 0{,}5 \cdot 1 \cdot 1{,}28 \cdot 6 \cdot 0{,}8^2 = 2{,}46 \text{ Н}$$

$$D_{\max} = \frac{81320{,}13 - 24000}{12300 \cdot 9{,}8} = 0{,}6$$

$$D_{\min} = \frac{45803{,}26 - 2{,}46}{12300 \cdot 9{,}8} = 0{,}3$$

Полученные значения сводим в общую таблицу, и строим график.

2.6 Ускорение автомобиля

Ускорение автомобиля на разных передачах определяем по формуле:

$$j = \frac{D - f}{\delta_j} \cdot g, \qquad (2.16)$$

где j – ускорение автомобиля;

δ_j – коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс автомобиля;

$$\delta_j = 1{,}04 + 0{,}04 \cdot i_{кп}^2 \cdot i_{рк}, \qquad (2.17)$$

Полученные данные сводим в таблицу и строим график, на всех передачах.

2.7 Время и путь разгона

Время и путь разгона определяем графоаналитическим способом. Кривую ускорений разбиваем на ряд отрезков и считаем, что в каждом интервале скорости автомобиль разгоняется с постоянным ускорением, то есть:

$$j_{ср} = 0{,}5(j_i + j_{i+1}), \qquad (2.18)$$

где $j_{ср}$ – среднее ускорение в выбранном интервале скоростей, м/с^2;

j_i и j_{i+1} – ускорения соответственно в начале и конце выбранного интервала скоростей, м/с^2;

i – номер интервала.

При изменении скорости, например, от υ_i до υ_{i+1} среднее ускорение можно рассчитать также по формуле:

$$j_{cp} = \frac{\upsilon_{i+1} - \upsilon_i}{t_i}, \qquad (2.19)$$

где t_i – время разгона автомобиля в интервале скоростей от υ_i до υ_{i+1},с.

По формуле находим время разгона в i-м интервале скоростей:

$$t_i = \frac{\upsilon_{i+1} - \upsilon_i}{j_{cp}}, \qquad (2.20)$$

Тогда общее время разгона автомобиля можно определить как:

$$t = \sum_{n}^{i=1} t_i, \qquad (2.21)$$

где t – время разгона в интервале скоростей от υ_{min} до υ_{max}, с;

n – количество интервалов.

При расчете пути разгона приближенно считаем, что в каждом интервале изменения скорости автомобиль движется равномерно со средней скоростью υ_{cp}, которая определяется по формуле:

$$\upsilon_{cp} = 0{,}5(\upsilon_i + \upsilon_{i+1}), \qquad (2.22)$$

где $\upsilon_{ср}$ – средняя скорость в интервале от υ_i до υ_{i+1}, м/с.

Исходя из этого допущения путь разгона в интервале скоростей от υ_i до υ_{i+1} можно определить как:

$$S_i = \upsilon_{ср} \cdot t_i, \qquad (2.23)$$

где S_i – путь, пройденный автомобилем за время ti, м.

Тогда общий путь разгона автомобиля за время t определяется по формуле:

$$S = \sum_{n}^{i=1} S_i, \qquad (2.24)$$

где S – общий путь разгона пройденный за время t, м.

При разгоне с места отсчет ведем от скорости, соответствующей минимально устойчивому числу оборотов коленчатого вала двигателя.

По мере достижении скорости автомобиля к максимальной, ускорение приближается к нулю. Из этого следует, что время разгона автомобиля до максимальной скорости, определяемое пересечением кривой ускорения с осью абсцисс, теоретически бесконечно велико. Однако разгон становится практически не ощутим при скорости автомобиля, равной 0,9÷0,95 υ_{max}. Поэтому время и путь разгона определяются обычно до скорости на 5÷10 % меньше максимальной. Значения сводим в общую таблицу и строим график.

2.8 Угол подъема автомобиля

Максимальный угол подъема автомобиля по тяге определяем по формуле:

$$\alpha_{max} = \arcsin \frac{D_{max} - f\sqrt{1 - D_{max}^2 + f^2}}{1 + f^2}, \quad (2.25)$$

где α_{max} – максимальный угол подъема автомобиля по тяге, °.

$$\alpha_{max} = \arcsin \frac{0,6 - 0,018\sqrt{1 - 0,6^2 + 0,018^2}}{1 + 0,018^2} = 35°.$$

Максимальный угол подъема по сцеплению определяем по формуле:

$$\alpha_{max\,\varphi} = \mathrm{arctg}\left(\frac{m_\varphi}{m_a} \cdot \varphi - f\right), \quad (2.26)$$

где $\alpha_{max\,\varphi}$ – максимальный угол подъема автомобиля по сцеплению, °.

$$\alpha_{max\,\varphi} = arctg\left(\frac{12380}{12380} \cdot 0,8 - 0,018\right) = 38^0$$

2.9 Расчет топливной экономичности

Рассчитаем увеличение расхода топлива при повышении сопротивления качению f с 0,018 до 0,03

$$Q_s = \frac{100}{V_a} q\left(N_{TP} + N_f + N_w + N_в\right), \quad (2.27)$$

q=197 г/кВт ч = 40.1 г/Вт·с

$$N_{TP} = Ne_{max}(нетто) \cdot (1 - \eta_{TP}) = 162 \cdot 0.16 = 26,0 кВт$$

$$N_w = P_w \cdot \upsilon_a = 0,5\rho \cdot Cx \cdot F \cdot \upsilon_a^3 = 0,5 \cdot 1.28 \cdot 1 \cdot 6 \cdot 25^3 = 60 кВт$$

$$N_в = Ne_{\max}(брутто) - Ne_{\max}(нетто) = 169 - 162 = 7кВт$$

$$N_f = P_f \cdot \upsilon_a = m_a \cdot f \cdot g \cdot \upsilon_a = 12380 \cdot 0{,}018 \cdot 9{,}81 \cdot 25 = 55кВт$$

$$N'_f = 12380 \cdot 0{,}03 \cdot 9{,}81 \cdot 25 = 91кВт$$

$$Q_s = \frac{100}{25} \cdot 40.1 \cdot (26 + 60 + 55 + 7) = 23740 \text{ г/100км}$$

$$Q'_s = \frac{100}{25} \cdot 40.1 \cdot (26 + 91 + 60 + 7) = 29513 \text{ г/100км}$$

Результаты расчетов представлены ниже в таблицах

Таблица 2.4-Расчет первой высшей передачи

	№ точки	n, об/мин	V, м/с	Pk, H	D	Nk	Nw	Nf	j	1/j
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	1	1000	0,82	81320,13	0,65	66969,52	2,14	1786,83	1,81	0,55
	2	1100	0,91	83280,77	0,67	75442,58	2,85	1965,51	1,86	0,54
	3	1200	0,99	84867,96	0,68	83869,52	3,71	2144,19	1,90	0,53
	4	1300	1,07	86081,70	0,69	92158,05	4,71	2322,88	1,93	0,52
	5	1400	1,15	86921,97	0,70	100215,92	5,89	2501,56	1,95	0,51
	6	1500	1,24	87388,80	0,70	107950,86	7,24	2680,24	1,96	0,51
	7	1600	1,32	87482,16	0,70	115270,61	8,78	2858,93	1,96	0,51
	8	1700	1,40	87202,07	0,70	122082,89	10,54	3037,61	1,95	0,51
	9	1800	1,48	86548,52	0,69	128295,45	12,51	3216,29	1,94	0,52
	10	1900	1,56	85521,51	0,69	133816,01	14,71	3394,97	1,91	0,52
	11	2000	1,65	84121,05	0,67	138552,32	17,16	3573,66	1,88	0,53
	12	2100	1,73	82347,13	0,66	142412,10	19,86	3752,34	1,84	0,54

Таблица 2.5-Расчет второй высшей передачи

	№ точки	n, об/мин	V, м/с	Pk, H	D	Nk	Nw	Nf	j	1/j
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
II	1	1000	1,49	44870,59	0,35	66969,52	12,77	3238,32	1,85	0,54
	2	1100	1,64	45952,43	0,36	75442,58	16,99	3562,15	1,90	0,53
	3	1200	1,79	46828,20	0,37	83869,52	22,06	3885,98	1,94	0,52
	4	1300	1,94	47497,91	0,37	92158,05	28,05	4209,81	1,97	0,51
	5	1400	2,09	47961,56	0,38	100215,92	35,03	4533,64	1,99	0,50
	6	1500	2,24	48219,14	0,38	107950,86	43,09	4857,47	2,00	0,50

Продолжение таблицы 2.5

	7	1600	2,39	48270,65	0,38	115270,61	52,29	5181,30	2,00	0,50
	8	1700	2,54	48116,11	0,38	122082,89	62,72	5505,14	1,99	0,50
	9	1800	2,69	47755,49	0,37	128295,45	74,46	5828,97	1,98	0,51
	10	1900	2,84	47188,81	0,37	133816,01	87,57	6152,80	1,95	0,51
	11	2000	2,99	46416,07	0,36	138552,32	102,13	6476,63	1,92	0,52
	12	2100	3,13	45437,26	0,35	142412,10	118,23	6800,46	1,87	0,53

Таблица 2.6-Расчет третьей высшей передачи

	№ точки	n, об/мин	V, м/с	Pk, H	D	Nk	Nw	Nf	j	1/j
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
III	1	1000	2,85	23518,38	0,17	66969,52	88,66	6178,36	1,23	0,81
	2	1100	3,13	24085,41	0,18	75442,58	118,01	6796,20	1,27	0,79
	3	1200	3,42	24544,44	0,18	83869,52	153,21	7414,04	1,30	0,77
	4	1300	3,70	24895,46	0,19	92158,05	194,79	8031,87	1,32	0,75
	5	1400	3,99	25138,47	0,19	100215,92	243,29	8649,71	1,34	0,75
	6	1500	4,27	25273,48	0,19	107950,86	299,24	9267,55	1,35	0,74
	7	1600	4,56	25300,48	0,19	115270,61	363,16	9885,38	1,35	0,74
	8	1700	4,84	25219,48	0,19	122082,89	435,60	10503,22	1,35	0,74
	9	1800	5,13	25030,47	0,19	128295,45	517,08	11121,06	1,33	0,75
	10	1900	5,41	24733,45	0,18	133816,01	608,14	11738,89	1,31	0,76
	11	2000	5,70	24328,42	0,18	138552,32	709,30	12356,73	1,29	0,78
	12	2100	5,98	23815,39	0,18	142412,10	821,10	12974,57	1,25	0,80

Таблица 2.7-Расчет четвертой высшей передачи

	№ точки	n, об/мин	V, м/с	Pk, H	D	Nk	Nw	Nf	j	1/j
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IV	1	1000	4,33	15466,77	0,11	66969,52	311,72	9394,66	0,78	1,28
	2	1100	4,76	15839,68	0,11	75442,58	414,90	10334,13	0,81	1,24
	3	1200	5,20	16141,55	0,11	83869,52	538,65	11273,60	0,83	1,21
	4	1300	5,63	16372,40	0,12	92158,05	684,85	12213,06	0,85	1,18
	5	1400	6,06	16532,22	0,12	100215,92	855,36	13152,53	0,86	1,17
	6	1500	6,49	16621,01	0,12	107950,86	1052,05	14092,00	0,86	1,16
	7	1600	6,93	16638,76	0,12	115270,61	1276,80	15031,46	0,86	1,16
	8	1700	7,36	16585,49	0,12	122082,89	1531,48	15970,93	0,86	1,16

Продолжение таблицы 2.7

	9	1800	7,79	16461,19	0,12	128295,45	1817,95	16910,40	0,85	1,17
	10	1900	8,23	16265,86	0,11	133816,01	2138,08	17849,86	0,84	1,19
	11	2000	8,66	15999,49	0,11	138552,32	2493,76	18789,33	0,82	1,22
	12	2100	9,09	15662,10	0,11	142412,10	2886,83	19728,79	0,79	1,26

Таблица 2.8-Расчет пятой высшей передачи

	№ точки	n, об/мин	V, м/с	Pk, H	D	Nk	Nw	Nf	j	1/j
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
V	1	1000	6,56	10211,93	0,06	66969,52	1083,03	14228,96	0,42	2,37
	2	1100	7,21	10458,14	0,07	75442,58	1441,51	15651,86	0,44	2,27
	3	1200	7,87	10657,45	0,07	83869,52	1871,47	17074,75	0,46	2,20
	4	1300	8,53	10809,87	0,07	92158,05	2379,41	18497,65	0,47	2,14
	5	1400	9,18	10915,39	0,07	100215,92	2971,83	19920,54	0,47	2,11
	6	1500	9,84	10974,01	0,07	107950,86	3655,22	21343,44	0,48	2,09
	7	1600	10,49	10985,74	0,07	115270,61	4436,08	22766,34	0,48	2,08
	8	1700	11,15	10950,56	0,07	122082,89	5320,92	24189,23	0,48	2,10
	9	1800	11,80	10868,49	0,07	128295,45	6316,22	25612,13	0,47	2,12
	10	1900	12,46	10739,52	0,07	133816,01	7428,49	27035,03	0,46	2,17
	11	2000	13,12	10563,66	0,07	138552,32	8664,22	28457,92	0,45	2,23
	12	2100	13,77	10340,89	0,07	142412,10	10029,92	29880,82	0,43	2,32

Таблица 2.9-Результат на первой низшей передаче

	№ точки	n, об/мин	V, м/с	Pk, H	D	Nk	Nw	Nf	j	1/j
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	1	1000	1,46	45803,26	0,38	66969,52	12,00	3172,37	2,72	0,37
	2	1100	1,61	46907,59	0,39	75442,58	15,98	3489,61	2,79	0,36
	3	1200	1,75	47801,57	0,39	83869,52	20,74	3806,85	2,85	0,35
	4	1300	1,90	48485,20	0,40	92158,05	26,37	4124,09	2,89	0,35
	5	1400	2,05	48958,48	0,40	100215,92	32,93	4441,32	2,92	0,34
	6	1500	2,19	49221,42	0,41	107950,86	40,51	4758,56	2,93	0,34
	7	1600	2,34	49274,00	0,41	115270,61	49,16	5075,80	2,94	0,34
	8	1700	2,49	49116,24	0,40	122082,89	58,97	5393,04	2,93	0,34
	9	1800	2,63	48748,13	0,40	128295,45	70,00	5710,27	2,91	0,34

Продолжение таблицы 2.9

	10	1900	2,78	48169,68	0,40	133816,01	82,33	6027,51	2,87	0,35
	11	2000	2,92	47380,87	0,39	138552,32	96,02	6344,75	2,82	0,35
	12	2100	3,07	46381,72	0,38	142412,10	111,16	6661,99	2,76	0,36

Таблица 2.10-Результат на второй низшей передаче

	№ точки	n, об/мин	V, м/с	Pk, H	D	Nk	Nw	Nf	j	1/j
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
II	1	1000	2,65	25252,75	0,21	66969,52	71,62	5754,03	1,58	0,63
	2	1100	2,92	25861,60	0,21	75442,58	95,33	6329,43	1,62	0,62
	3	1200	3,18	26354,48	0,22	83869,52	123,76	6904,84	1,65	0,60
	4	1300	3,45	26731,38	0,22	92158,05	157,35	7480,24	1,68	0,60
	5	1400	3,71	26992,32	0,22	100215,92	196,53	8055,64	1,70	0,59
	6	1500	3,98	27137,28	0,22	107950,86	241,72	8631,05	1,71	0,59
	7	1600	4,24	27166,28	0,22	115270,61	293,36	9206,45	1,71	0,58
	8	1700	4,51	27079,30	0,22	122082,89	351,87	9781,85	1,70	0,59
	9	1800	4,77	26876,35	0,22	128295,45	417,69	10357,26	1,69	0,59
	10	1900	5,04	26557,43	0,22	133816,01	491,24	10932,66	1,67	0,60
	11	2000	5,30	26122,53	0,22	138552,32	572,96	11508,06	1,64	0,61
	12	2100	5,57	25571,67	0,21	142412,10	663,28	12083,47	1,60	0,62

Таблица 2.11-Результат на третьей низшей передаче

	№ точки	n, об/мин	V, м/с	Pk, H	D	Nk	Nw	Nf	j	1/j
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
III	1	1000	5,06	13235,92	0,11	66969,52	497,39	10978,09	0,80	1,25
	2	1100	5,57	13555,04	0,11	75442,58	662,03	12075,89	0,82	1,21
	3	1200	6,07	13813,38	0,11	83869,52	859,50	13173,70	0,84	1,19
	4	1300	6,58	14010,93	0,12	92158,05	1092,77	14271,51	0,86	1,17
	5	1400	7,08	14147,70	0,12	100215,92	1364,85	15369,32	0,87	1,15
	6	1500	7,59	14223,68	0,12	107950,86	1678,70	16467,13	0,87	1,15
	7	1600	8,10	14238,88	0,12	115270,61	2037,32	17564,94	0,87	1,14
	8	1700	8,60	14193,29	0,12	122082,89	2443,69	18662,75	0,87	1,15
	9	1800	9,11	14086,91	0,12	128295,45	2900,80	19760,55	0,86	1,16
	10	1900	9,61	13919,75	0,11	133816,01	3411,62	20858,36	0,85	1,17

Продолжение таблицы 2.11

	11	2000	10,12	13691,81	0,11	138552,32	3979,15	21956,17	0,83	1,20
	12	2100	10,63	13403,08	0,11	142412,10	4606,36	23053,98	0,81	1,23

Таблица 2.12-Результат на четвертой низшей передаче

	№ точки	n, об/мин	V, м/с	Pk, Н	D	Nk	Nw	Nf	j	1/j
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IV	1	1000	7,69	5747,18	0,07	66969,52	1746,75	16686,69	0,48	2,07
	2	1100	8,46	5885,74	0,07	75442,58	2324,92	18355,36	0,50	2,00
	3	1200	9,23	5997,92	0,07	83869,52	3018,38	20024,03	0,51	1,95
	4	1300	10,00	6083,69	0,08	92158,05	3837,61	21692,70	0,52	1,92
	5	1400	10,77	6143,08	0,08	100215,92	4793,08	23361,37	0,53	1,89
	6	1500	11,54	6176,07	0,08	107950,86	5895,28	25030,04	0,53	1,88
	7	1600	12,31	6182,67	0,08	115270,61	7154,69	26698,70	0,53	1,88
	8	1700	13,07	6162,87	0,08	122082,89	8581,78	28367,37	0,53	1,88
	9	1800	13,84	6116,69	0,08	128295,45	10187,05	30036,04	0,53	1,90
	10	1900	14,61	6044,10	0,08	133816,01	11980,96	31704,71	0,52	1,93
	11	2000	15,38	5945,13	0,07	138552,32	13974,00	33373,38	0,51	1,98
	12	2100	16,15	5819,76	0,07	142412,10	16176,65	35042,05	0,49	2,03

Таблица 2.14-Результат на пятой низшей передаче

	№ точки	n, об/мин	V, м/с	Pk, Н	D	Nk	Nw	Nf	j	1/j
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
V	1	1000	11,65	5747,18	0,05	66969,52	6075,74	25282,86	0,27	3,73
	2	1100	12,82	5885,74	0,05	75442,58	8086,81	27811,15	0,28	3,59
	3	1200	13,98	5997,92	0,05	83869,52	10498,87	30339,44	0,29	3,48
	4	1300	15,15	6083,69	0,05	92158,05	13348,39	32867,72	0,29	3,41
	5	1400	16,31	6143,08	0,05	100215,92	16671,82	35396,01	0,30	3,35
	6	1500	17,48	6176,07	0,05	107950,86	20505,61	37924,30	0,30	3,33
	7	1600	18,64	6182,67	0,05	115270,61	24886,22	40452,58	0,30	3,32
	8	1700	19,81	6162,87	0,05	122082,89	29850,09	42980,87	0,30	3,34
	9	1800	20,97	6116,69	0,05	128295,45	35433,70	45509,16	0,30	3,38
	10	1900	22,14	6044,10	0,05	133816,01	41673,48	48037,44	0,29	3,44
	11	2000	23,31	5945,13	0,05	138552,32	48605,89	50565,73	0,28	3,53
	12	2100	24,47	5819,76	0,05	142412,10	56267,40	53094,01	0,27	3,65

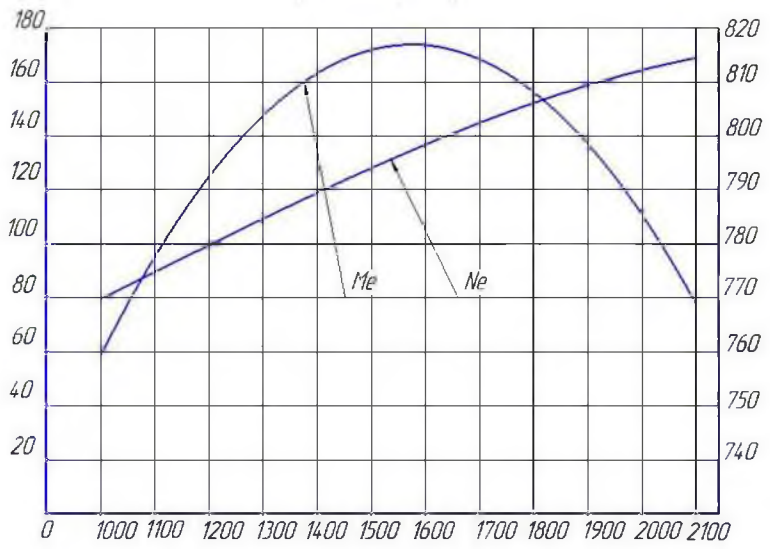

Рисунок 2.1-Внешняя скоростная характеристика

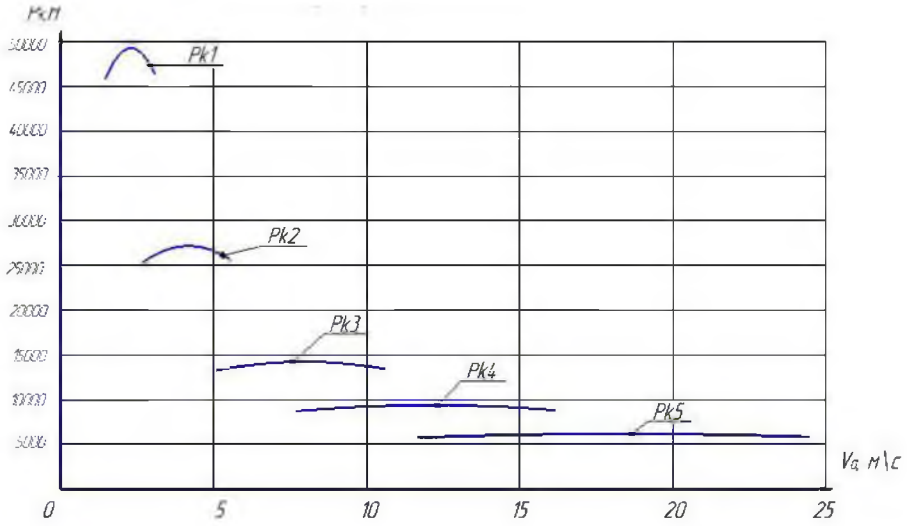

Рисунок 2.2-Тяговая характеристика автомобиля

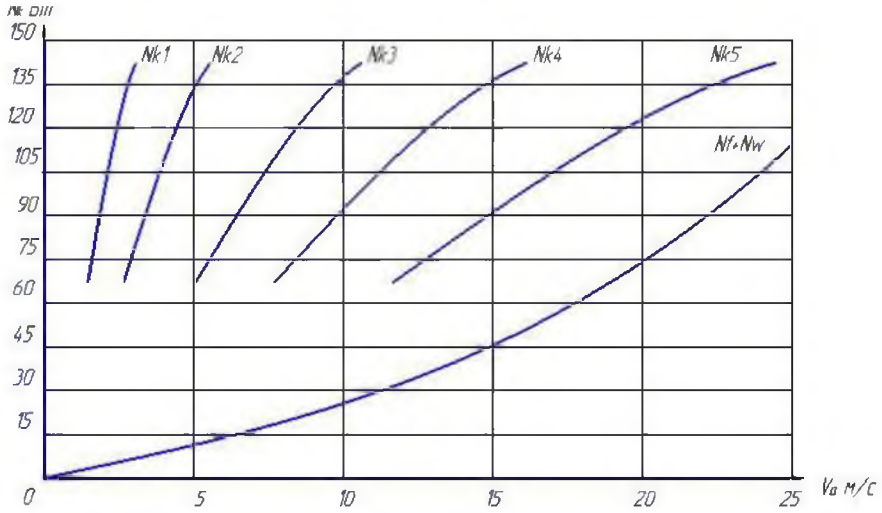

Рисунок 2.3-Мощностной баланс

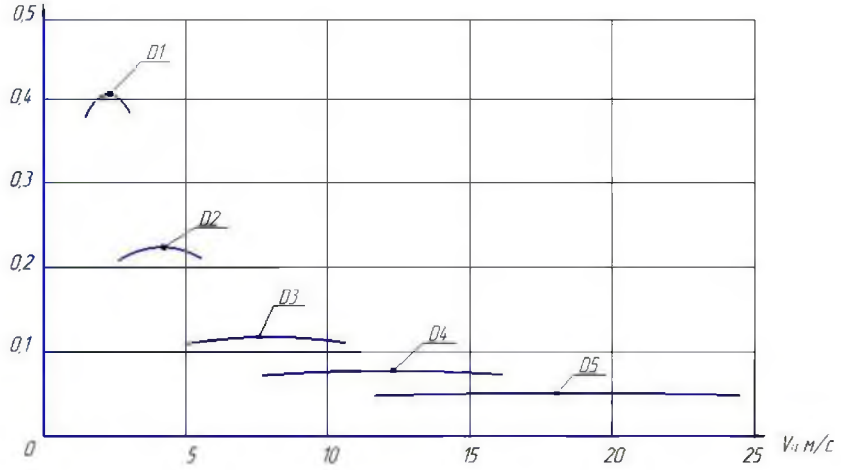

Рисунок 2.4-Динамический фактор

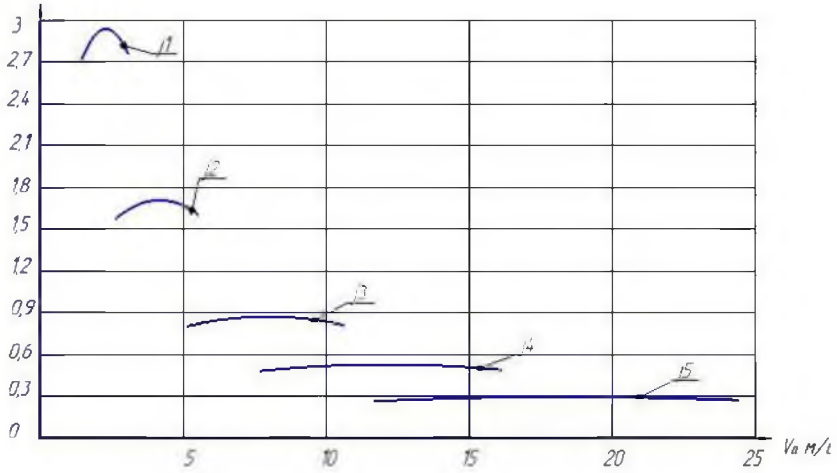

Рисунок 2.5-Ускорение автомобиля

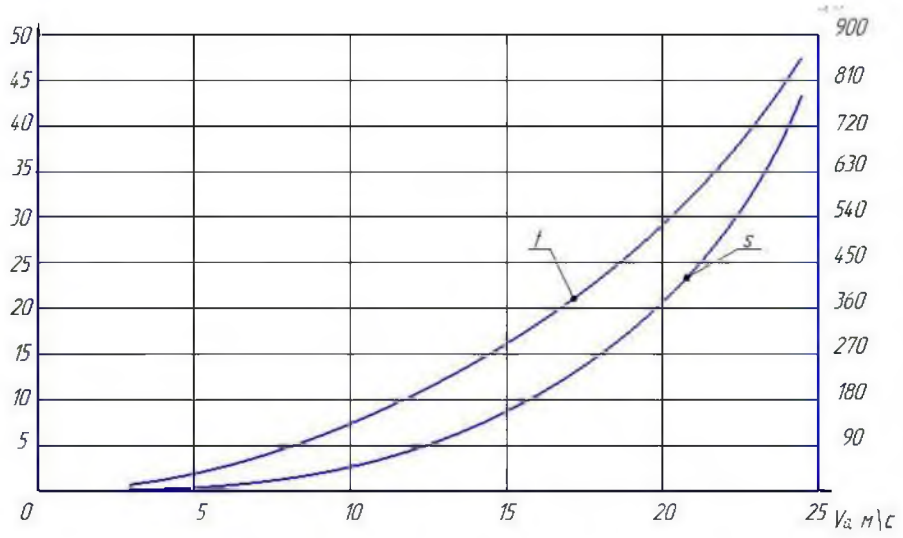

Рисунок 2.6-Время и путь разгона

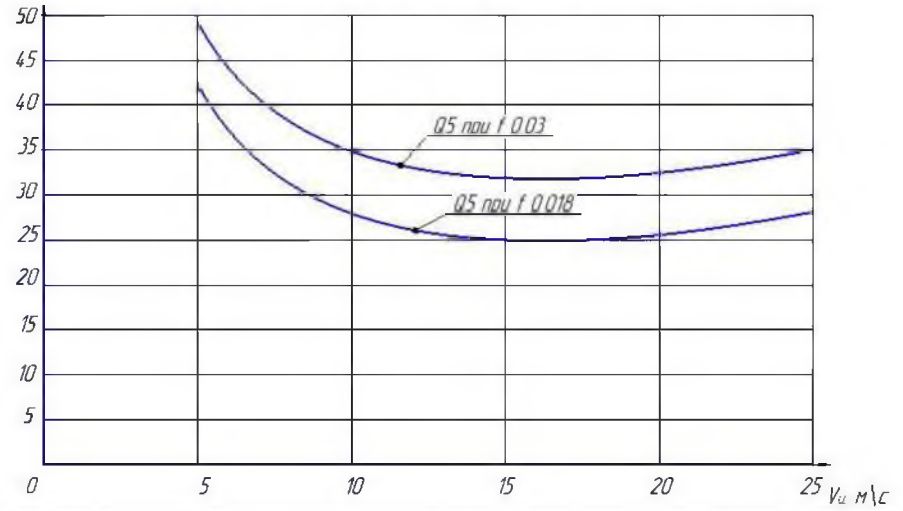

Рисунок 2.7-Топливная экономичность

Вывод по разделу два:

В данном пункте выполнен тягово-динамический расчет автомобиля Урал 43206 с двигателем ЯМЗ-236НЕ2 и коробкой передач 236У.

3 КОНСТРУКЦИОННАЯ ЧАСТЬ

3.1 Расход пестицида

Для настройки опрыскивателя на заданную норму расхода пестицида вначале рассчитывают минутный расход рабочей жидкости (л/мин) по формуле:

$$M=Q\times B\times V/600, \quad (3.1)$$

где Q - норма расхода пестицида, л/га;

B- ширина захвата машины, м;

V-рабочая скорость, км/ч.

$M=500\times18\times10/600=150$ (л/мин)

Минутный расход не должен превышать 80% производительности насоса.

В качестве насоса на платформе автомобиля установлена дизельная мотопомпа Champion DP50E производительностью 367 л/мин.

3.2 Минутный расход

Затем определяем минутный расход q (л/мин) через один распылитель:

$$q=M/n, \quad (3.2)$$

где n - число распылителей.

$q=150/36=4$ (л/мин)

Если на штанге опрыскивателя уже установлены исправные распылители определенного типа, диаметра (цвета) с известным минутным расходом жидкости, далее по таблице определяем необходимое рабочее давление в нагнетательной магистрали и рассчитываем требуемую скорость движения (км/ч) по формуле:

$$V = 600\times n\times q/(B\times Q), \quad (3.3)$$

где Q - норма расхода пестицида, л/га;

B- ширина захвата машины, м;

q- минутный расход пестицида, л/га;

n- число распылителей

$V = 600\times36\times4/(18\times500)=10$ (км/ч)

Фактический расход жидкости (л/га) определяют по формуле:

$$Q = 104 \times G/(B \times L), \quad (3.4)$$

Где G- контрольная навеска (фиксированное количество залитой в бак воды),л;

B -ширина захвата опрыскивателя, м;

L -длина контрольного пути (отрезка), м.

Q =104×2000/(18×100)=115 (л/га),

Сменную производительность данного опрыскивателя (га/день) можно определить по формуле:

$$П = 0,1 \times B \times V \times T \times K, \quad (3.5)$$

где T — время смены, ч;

B — ширина захвата опрыскивателя, м;

V — рабочая скорость, км/ч;

K — коэффициент использования рабочего времени смены 0,4—0,6.

П = 0,1×18×10×14×0,4=100 (га/день)

Исходя из поведенных расчетов по расходу жидкости можно сделать вывод что данный опрыскиватель является производительным. [9]

3.3 Общая масса

Бочка опрыскивателя имеет емкость 2000 литров (масса 1 литра воды 1 кг), поэтому масса воды составляет 2000 кг. Вес опрыскивателя без рабочей жидкости составляет 800 кг и 4 кронштейна массой 5 кг

Общая расчетная масса предлагаемой конструкции вместе с полной бочкой:

$$m_{общая}=2000+800+20=2820 \text{ кг} \quad (3.6)$$

3.4 Динамический коэффициент

При прочностном расчете автомобиля применяется так называемый динамический коэффициент $К_Д$, учитывающий перегрузки, возникающие в момент наезда на неровности дороги. Предельные динамические нагрузки характеризуются именно этим коэффициентом динамической нагрузки:

$$K_Д = \frac{P_Д}{P_{ст}}, \tag{3.7}$$

где $Р_Д$ – динамическая нагрузка;

$Р_{СТ}$ – статическая нагрузка.

Значения коэффициентов динамической нагрузки:

- для грузовых: 2. . .2,5;

- для автобусов: 1,5. . .2;

- для легковых: 1,1. . .1,5.

Принимаем коэффициент динамичности $К_Д$=2.

3.5 Реакции на кронштейне

Необходимо найти реакции кронштейна

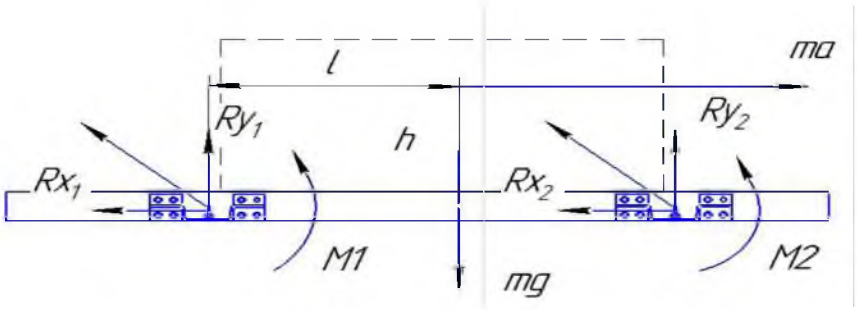

Рисунок 3.1 Силы и моменты действующие на конструкцию

Нагрузка распределена одинаково на кронштейнах

Ry1=Ry2=Ry

Rx1=Rx2=Rx

M1=M2=M

$$Ry = \frac{mg}{4}, \quad (3.8)$$

$$\mathrm{M} = \frac{mah}{4}, \quad (3.9)$$

$$Rx = \frac{ma}{4}, \quad (3.10)$$

Где m- полная масса

g-ускорение свободного падения

h-высота до центра рамы

a-линейное ускорение

Находим равнодействующую силу F:

$$F = \sqrt{\left(\frac{ma}{4}\right)^2 \left(\frac{mg}{4}\right)^2}, \quad (3.11)$$

$$F = \sqrt{\left(\frac{2820\times1.5}{4}\right)^2 \left(\frac{2820\times9.8}{4}\right)^2} = 7129 \text{ Н}$$

Предполагаем что нагрузка распределена равномерно на все болты тогда нагрузка на один болт:

$F_б$= 7129/8=891Н

Определяем нагрузку от момента

$$F_T = \frac{T\times r_{max}}{\sum r_i^2}, \quad (3.12)$$

$$F_T = \frac{441894}{47349 + 98219} = 3{,}03\text{Н}$$

В результате расчета видно, что сила от момента незначительна и ей можно пренебречь.

Тогда расчетная нагрузка:

$$P_{РАСЧ}=К_Д\cdot F_б=2\cdot 891=1782\text{Н}, \quad (3.13)$$

3.6 Крепление кронштейна к раме опрыскивателя

Рама опрыскивателя крепится к платформе автомобиля с помощью четырех кронштейнов, которые соединяются с рамой опрыскивателя четырьмя болтами, а с рамой автомобиля посредством стремянки.

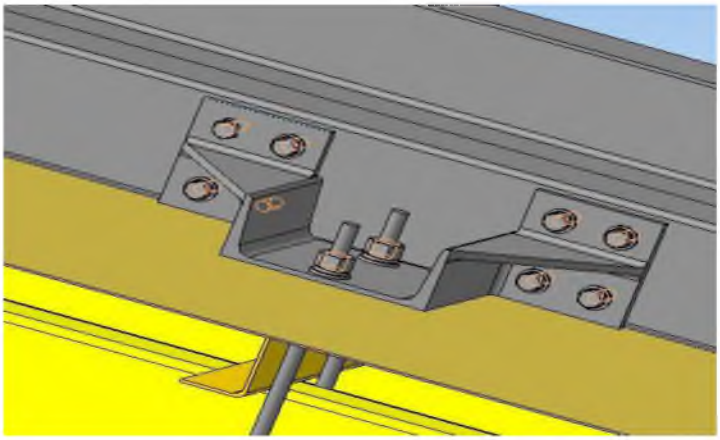

Рисунок 3.1 – Крепление рамы опрыскивателя к кронштейну

Кронштейн крепится к раме опрыскивателя четырьмя болтами, которые установлены с зазором, поэтому для обеспечения предотвращения смещения кронштейна относительно рамы, болты должны обеспечивать необходимое усилие затяжки, достаточное для того чтобы создать такую силу трения между кронштейном и платформой, чтобы он не сместился. Болты в таком случае рассчитываются на действие осевой силы. Для крепления кронштейнов к раме применяем болты класса прочности 5.6. Расчет диаметра болта крепления кронштейна приведен ниже

Требуемое усилие затяжки болтов определяется по формуле

$$F_{\text{ЗАТ}} = \frac{\text{К}_{\text{Д}} \cdot P_{\text{РАСЧ}}}{i \cdot f}, \qquad (3.14)$$

где i – число плоскостей трения;

f – коэффициент трения.

Количество плоскостей трения i =1, коэффициент трения скольжения по стали f=0,15.

$$F_{ЗАТ} = \frac{2 \cdot 1782}{1 \cdot 0{,}15} = 11880 \text{ Н.}$$

Допускаемое напряжение растяжения [σ] примем равному:

$[\sigma] = \sigma_T/k$,

где k – коэффициент запаса, равный 1,7.

Определяем расчетный диаметр болта

$$d = \sqrt{\frac{4P}{\pi \times [\sigma]}}\ , \qquad (3.15)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 11880}{3{,}14 \times 200}} = 8{,}6 \text{ мм}$$

Принимаем болт М10

Вывод по разделу три:

В данном разделе дипломного проекта были произведены расчеты минутного расхода рабочей жидкости, производительность опрыскивателя за смену, крепления нового кронштейна к раме а так же определены размеры болтов необходимые для установки.

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1 Выбор технологического оборудования

Технология машиностроения это все этапы процесса изготовления машиностроительной продукции.

Само понятие «технология машиностроения» значит что это процессы механической обработки заготовок для изготовления деталей и сборки машин. Объясняется тем, что в машиностроении заданные размеры и формы детали с требуемой точностью их параметров, необходимым качеством поверхностного слоя достигаются в основном путём механической обработки.

В процессе механической обработки возникает большое число проблем, связанных с выполнением требований к качеству машин, заданных конструктором. Процесс механической обработки реализуется достаточно сложной, большой технологической системой

Направление развития технологии машиностроения направлена в сторону изучения технологии механической обработки со снятием металла и сборки

Операции производственного процесса, во время которых происходи изменение качественного состояния объекта производства (материала, заготовки, детали) называются технологическим процессом. Разработка технологического процесса изготовления любой детали начинается с назначения и анализа норм точности и других технических требований изделия. Далее в последовательности, определённой соответствующими стандартами, разрабатывается технологический процесс. Это связывает технологию с назначением детали и обеспечивает согласованность решений, принимаемых на различных этапах технической работы изготовления. [6]

В качестве технологической детали выбираю изготовление кронштейна для закрепления рамы опрыскивателя на платформу автомобиля Урал 43206.

Кронштейн состоит из швеллера с приваренными к полкам пластины и ребрами жесткости.

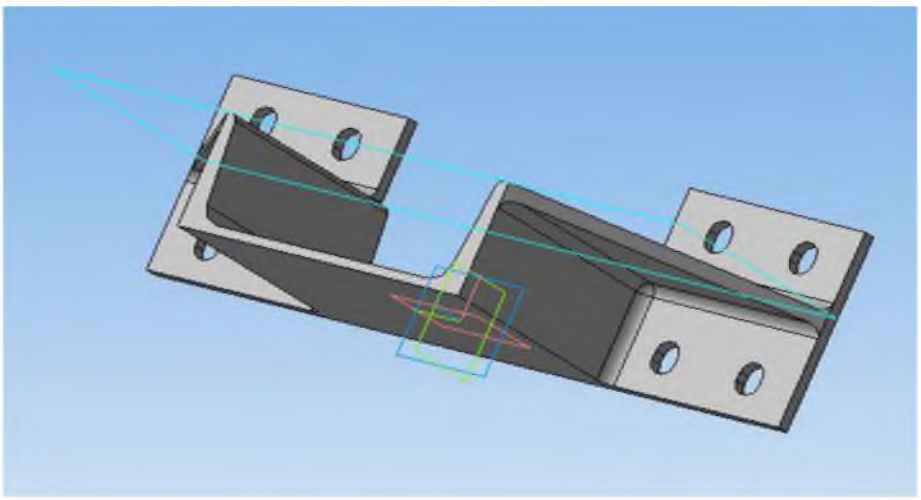

Рисунок 4.1 - Кронштейн

Место установки кронштейна на раму должны удовлетворять следующим условиям: 1) находится на максимальном безопасном удалении друг от друга для минимизации опрокидывающего момента от опрыскивателя 2) Стремянка крепления должна располагаться как можно ближе к силовому поперечному набору платформы для предотвращения смещения .

Для изготовления кронштейна потребуется лазерная установка, фрезерный станок и сварочный инверторный аппарат.

Для автоматического раскроя материала достаточно подготовить файл рисунка в любой чертежной программе и перенести файл на компьютер установки, которая выдержит погрешности в очень малых величинах;

Рисунок 4.2 – Лазерное оборудование M1225

Система лазерной резки включает в себя: фокусирующую головку и датчик усилитель сигнала, блок управления расстоянием, интегрирование в ЧПУ.

Сигнал при лазерной резке преобразуется усилителем в ВЧ-сигнал, затем ВЧ-сигнал преобразуется в сигнал, аналогичный тому, который управляет осью Z. Лазерная резка в этом случае происходит с помощью электронного блока оборудования.

Таблица 4.1 – Техническая характеристика лазерной установки

Система ЧПУ	SIEMENS 840D
Лазер	STS 2000/2500
Водяная система охлаждения	LS-350BX(G)
Рабочая зона, мм	150x1250x2500
Максимальный вес заготовки, кг	640
Максимальная скорость перемещения, м/мин	120
Точность позиционирования, мм	0,06
Габаритные размеры, м	5,7 x 3,3 x 2,5 м
Вес машины, кг	9000

Сварочный аппарат ARC-500 инверторного типа предназначен для ручной дуговой сварки и наплавки штучным электродом на постоянном токе стальных изделий в производственных условиях.

Рисунок 4.2 - Инверторный сварочный аппарат ARS-500

Аппарат произведен на базе современной инверторной технологии с использованием мощных IGBT модулей и применению принципа широтно-импульсной модуляции (PWM). Отличается стабильной, надежной и эффективной работой и низким уровнем шума в процессе сварки.

Таблица 4.2 Технические характеристики сварочного аппарата ARS 500

Напряжение питающей сети, В	3x380±15%
Потребляемая мощность, кВт	26
Потребляемый ток, А	32
Диапазон регулирования тока, А	20-500
ПВ (при max токе)	60
Напряжение х.х.	70
Коэф. мощности	0,93
КПД	0,85
Габаритные размеры	550x326x362
Масса	32
Толщина свариваемого мет.	18

4.2 Технологический процесс изготовления кронштейна

005 Заготовительная операция

Швеллер размечается на расстояние 150 мм. Пластина и ребро размечается на листе и изготавливаются из листового проката 6×1250×3500 ГОСТ19903-74

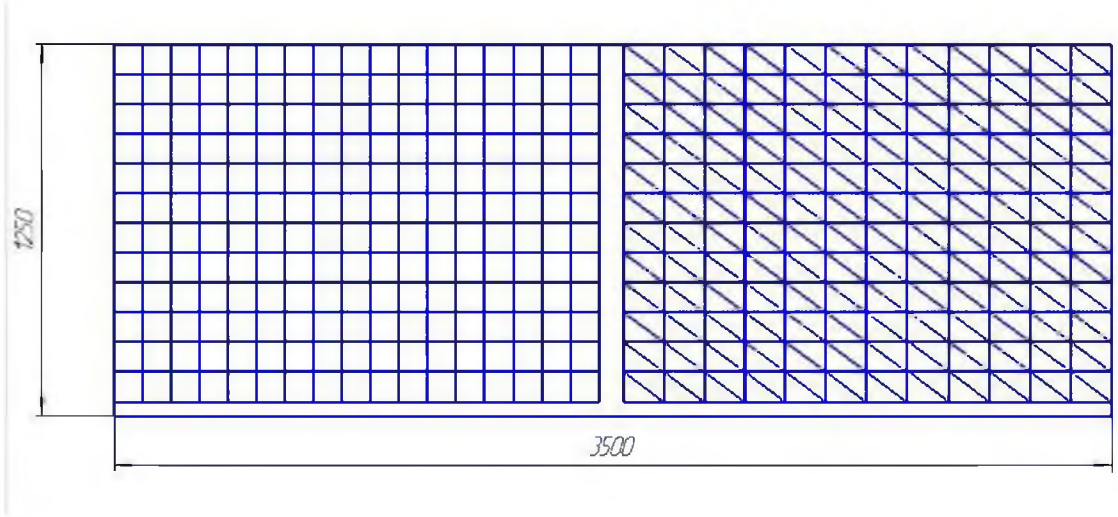

Рисунок 4.3 - Разметка листа для резки

010 Операция лазерная резка

Заготовки получаем при помощи лазерной резки. Швеллер 16У ГОСТ 8240-97 режем на расстояние 150 мм.

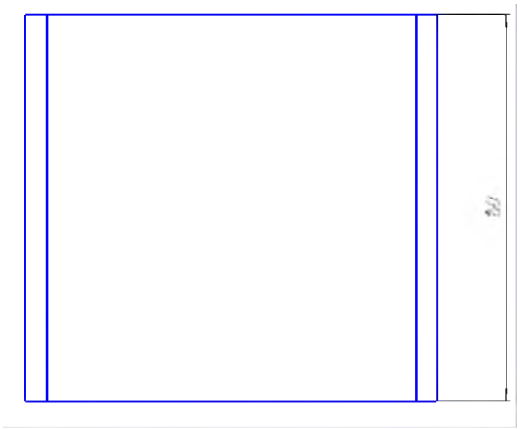

Рисунок 4.4 - Швеллер

Пластину кронштейна режем лазерной установкой 100×100 мм

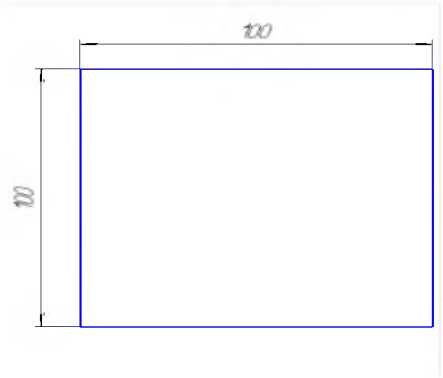

Рисунок 4.5 - Пластина кронштейна

Ребро кронштейна режем при помощи лазерной установки из листового проката 6мм

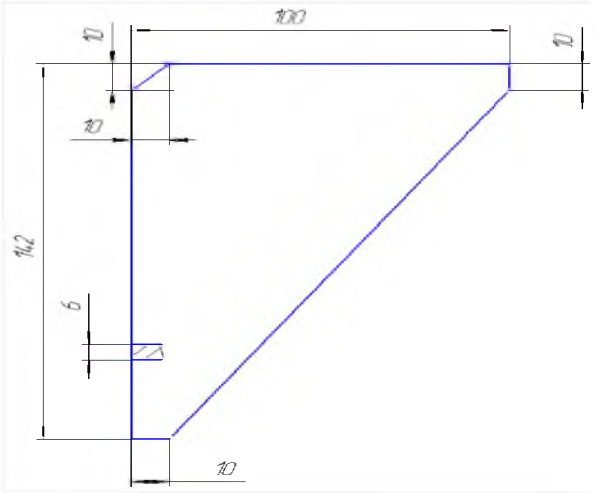

Рисунок 4.6 - Ребро кронштейна

015 Фрезерная операция

Швеллер устанавливаем и закрепляем на фрезерном станке

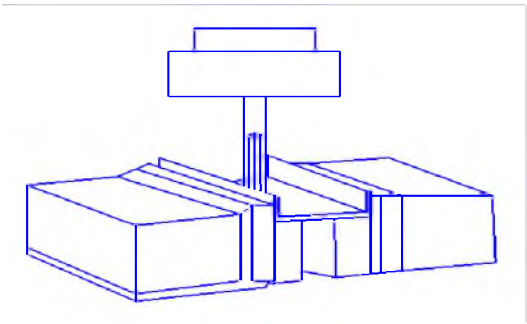

Рисунок 4.7 - Операция фрезерование швеллера

Настраиваем станок на режим фрезерования. Подача фрезы задана $S_{Зуб}$=0,01 мм/зуб, скорость резания 25 м/мин, что соответствует 500 об/мин при диаметре фрезы D = 18 мм, число зубьев Z=5. При этом минутная подача по формуле:

$$S=S_{зуб}\times Z\times n\ , \qquad (4.1)$$

S=0,01×5×500=25 мм/мин

Так как наименьшая подача на станке 31,5 мм/мин, принимаем эту подачу

Фрезеровать концевой фрезой диаметром 18 мм 2 паза

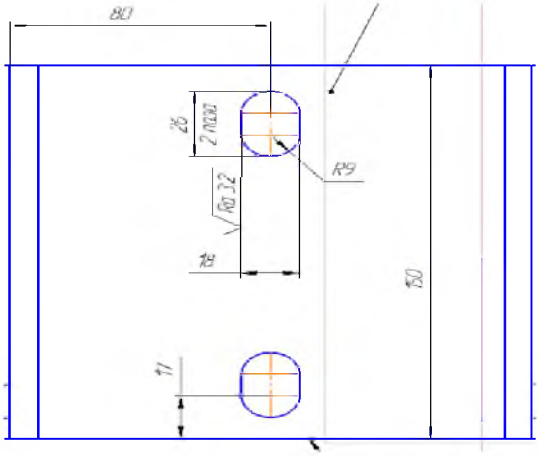

Рисунок 4.8 - Швеллер

Фрезерование паза, на рисунке 4.6 показано, как установлен и фрезеруется пазы в швеллере. Обычно после установки фрезы в исходное положение сначала дают небольшую ручную вертикальную подачу, чтобы фреза врезалась на глубину 3—4 мм. После этого включают механическую продольную подачу, давая движение столу с закрепленной заготовкой вперед и назад, поднимая после каждого двойного хода вручную стол, пока паз не будет профрезерован по всей длине. [17]

Фрезерование двух пазов будем производить концевой фрезой D = 18 мм из быстрорежущей стали Р18 при скорости резания 25 м/мин, или 500 об/мин, и при подаче 31,5 мм/мин. Применяем охлаждение -эмульсию.

020 Фрезерная операция.

Пластину 100×100 устанавливаем и зажимаем на вертикально фрезерном станке. 4 паза в пластине делаем концевой фрезой диаметром 12 мм.

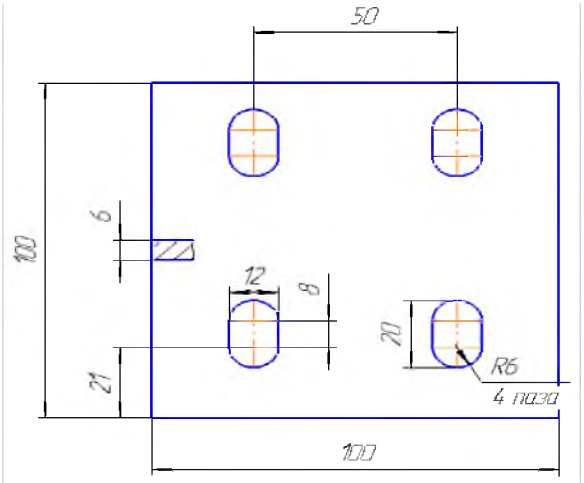

Рисунок 4.9 - Пластина кронштейна

Фрезерование 4х пазов будем производить концевой фрезой D = 12 мм из быстрорежущей стали Р18 при скорости резания 25 м/мин, или 500 об/мин, и при подаче 31,5 мм/мин. Применяем охлаждение -эмульсию.

025 Сварка

Основной объем сварочных работ выполняют при токе 90...350 А и напряжении дуги 18...30 В.

Сварка швеллера с пластиной осуществляется по ГОСТ 5264-80-Т1

Условное обозначение свариваемого соединения	Конструктивные элементы		s	b	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл
Т1	$s_1 \geq 2$		От 2 до 3	0	± 1
			Св. 3 до 15		± 2
			Св. 15 до 40		± 3

Рисунок 4.10-Тавровая сварка Т1

Сварка ребра с швеллером и пластиной. Ребро с пластиной свариваем по ГОСТ 5264-80-Т3

Условное обозначение свариваемого соединения	Конструктивные элементы		s	b	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл
Т3	$s_1 \geq 2$		От 2 до 3	0	± 1
			Св. 3 до 15		± 2
			Св. 15 до 40		± 3

Рисунок 4.11 - Тавровая сварка Т3

Ребро со швеллером свариваем по ГОСТ 5264-80-У4

Условное обозначение свариваемого соединения	Конструктивные элементы		s	n	b	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номин.	Пред. откл
У4	$s_1 \geq 1$		От 0.1 до 1.5	От 0,5s до s	0	± 0.5
			Св. 1.5 до 3.0			± 1.0
			Св. 3.0 до 30.0			± 2.0

Рисунок 4.12 - Угловая сварка У4

После сварки произвести очистку от шлака и окалин молотком и металлической щеткой. После чего необходимо проверить качество сварных соединений.

Вывод по разделу четыре:

В данном разделе дипломного проекта была выбрана технологическая деталь, был выбран метод получения кронштейна, было выбрано технологическое оборудование на котором будет изготавливаться кронштейн, был определен технологический процесс изготовления кронштейна

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Охрана труда в нашей стране, охватывающая мероприятия по дальнейшему облегчению и оздоровлению условий труда на основе механизации и автоматизации тяжелых и вредных производственных процессов, широкому внедрению современных средств техники безопасности, устранению причин, порождающих травматизм и профессиональные заболевания рабочих и служащих, созданию на производстве необходимых гигиенических и санитарно-бытовых условий — важнейшая государственная задача .

Коренное улучшение профилактической работы по предупреждению производственного травматизма и профессиональной заболеваемости должно стать основным направлением в практической работе.

Переход от отдельных мероприятий к планомерной и целенаправленной работе, четкое определение обязанностей, осуществление мер по предупреждению травматизма каждым работником хозяйства, предприятия — основа управления охраной труда, предусматривающая систематический анализ состояния производственного травматизма, заболеваемости, степени безопасности оборудования, технологических процессов, паспортизацию и аттестацию рабочих мест, моральные и материальные стимулы, ряд других аспектов.

Охрана труда – система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационные, технические, психофизиологические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия и средства.

Задача охраны труда и ёе составляющих – не допустить несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний с одновременным обеспечением благоприятных условий труда.

Так, из-за нарушения правил техники безопасности ежегодно экономические потери составляют около 20 % национального дохода. Более 34 млн. часов

рабочего времени теряется из-за болезни и травматизма, что равняется 128 тыс. человеко-смен. Подсчитано, что смерть рабочего на производстве обходится примерно в 50 … 70 тыс. у. е., тяжелая травма – 30 … 50 тыс. у. е., обычная травма – 200 … 400 у. е.

Особенно тяжелое положение в области охраны труда наблюдается в сельском хозяйстве. При числе работающих 28 %, травматизм составляет 42 … 47 %, так же со смертельным исходом. Это в 1,8 раза больше, чем в среднем по стране.

Анализируя все выше изложенное, можно прийти к выводам, что охрана труда является одним из важнейших элементов на производстве, и в особой степени это касается сельского хозяйства, где уровень травматизма выше, чем в среднем по республике. Главной задачей охраны труда является снижение производственного травматизма, что в свою очередь исключит гибель людей на производстве, и в свою очередь снизит материальные затраты на покрытие последствий травматизма и увеличит общее рабочее время. [12]

5.1 Требования безопасности труда при работе с опрыскивателем

1. Настоящие Правила устанавливают основные государственные нормативные требования в области охраны труда при осуществлении работ с использованием пестицидов и агрохимикатов, выполнение которых способствует снижению производственного травматизма и заболеваемости работников.

2. На базе ЦПК применение пестицидов и агрохимикатов на посевных площадях осуществляется с помощью тракторного или автомобильного опрыскивателя и разбрасывателя, в теплице и на парниках с помощью электрического и ручных опрыскивателей, а также вручную.

3. Руководители подразделений, ответственные за организацию и безопасность труда при работе с пестицидами и агрохимикатами, обязаны:

а) применять пестициды и агрохимикаты в соответствии с установленным порядком;

б) допускать к работам лиц, не имеющих противопоказаний, профессионально подготовленных.

в) устанавливать по периметру участка на расстоянии видимости единые знаки безопасности перед обработкой участка пестицидами и агрохимикатами. Знаки безопасности должны контрастно выделяться на окружающем их фоне и находиться в поле зрения людей, для которых они предназначены. Знаки убирают по истечении сроков ожидания для допуска людей;

г) обеспечивать максимальную механизацию и автоматизацию трудоемких и опасных работ (погрузочно-разгрузочные работы, приготовление рабочих растворов и заправка ими опрыскивателей и др.);

д) обеспечивать всех работающих средствами индивидуальной защиты, осуществлять централизованную стирку спецодежды;

е) не допускать нахождения посторонних лиц в местах применения пестицидов и агрохимикатов;

ж) осуществлять контроль за состоянием и самочувствием работников, продолжительностью рабочего дня, сроками и мерами безопасности при возобновлении работ на участках, обработанных пестицидами. Возобновлять механизированные и ручные работы необходимо в сроки, установленные в технической и технологической документации. Лица, проверяющие эффективность применения пестицидов, должны использовать средства индивидуальной защиты;

з) проводить инвентаризацию применяемых средств химизации не реже одного раза в год;

и) применять меры воздействия к лицам, нарушающим требования безопасности;

4. Сдача в утилизацию непригодных к применению пестицидов в каждом случае устанавливается приказом руководителя предприятия по представлению специально созданной комиссии.

5. Тару из-под пестицидов запрещается использовать для хранения пищевых продуктов, воды, фуража, приготовления пищи или корма для сельскохозяйственных животных и птиц.

6. Отходы производства, представляющие опасность для человека и окружающей среды, должны удаляться с рабочих мест по мере их накопления и обезвреживаться способами, предусмотренными нормативно-технической документацией, утвержденной в установленном порядке.

7. При проектировании и выполнении технологических процессов необходимо предусматривать:

а) соблюдение безопасных технологий применения пестицидов и агрохимикатов;

б) устранение непосредственного контакта работников с пестицидами путем замены ручного труда машинным или автоматизированным;

в) соблюдение правил эксплуатации и требований безопасности, изложенных в технической документации к машинам и оборудованию;

г) своевременное получение информации о возникновении опасных и вредных производственных факторов на отдельных технологических операциях;

д) систему контроля и управления технологическими процессами, обеспечивающими защиту работников и аварийное отключение производственного оборудования;

е) использование сигнальных устройств, цветов и знаков безопасности;

ж) применение рациональных режимов труда и отдыха с целью предотвращения монотонности, гиподинамии, физических и нервно-психических перегрузок;

з) защиту от возможных отрицательных воздействий явлений природного характера и погодных условий.

8. Технологические процессы, и производственное оборудование должны соответствовать требованиям действующих нормативных правовых актов по пожарной безопасности, утвержденных в установленном порядке.

9. Специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты следует выдавать по действующим нормам. Применять средства индивидуальной защиты необходимо в соответствии с инструкциями, утвержденными в установленном порядке.

10. При выполнении производственных операций по применению пестицидов и агрохимикатов следует соблюдать установленный режим работы и обеспечивать производственный, санитарно-гигиенический и противопожарный порядок на рабочем месте, в поле, теплице или на парниках. [13]

5.2 Требования безопасности перед началом работы

1. Перед началом использования пестицидов и агрохимикатов следует проверить исправность всего оборудования, отрегулировать норму расхода (на воде) и провести пробные обработки для каждого опрыскивателя в отдельности.

2. Внимательно проверьте исправность спецодежды и спецобуви, наличие защитных приспособлений, комплектность аптечки первой помощи и наличие противоядий.

3. При использовании смесей пестицидов и агрохимикатов для приготовления рабочих растворов необходимо соблюдать их совместимость в соответствии с рекомендациями по применению конкретного препарата.

5.3 Требования безопасности во время работы

1. Кратность и сроки использования пестицидов и агрохимикатов, сроки выхода людей на обработанные площади для проведения ручных и механизированных работ по уходу за растениями, время последней обработки перед уборкой урожая необходимо проводить в соответствии с нормами, указанными для каждого применяемого препарата. Ремонтные работы в

теплице, необходимость проведения которых не может регламентироваться указанными сроками, проводят с использованием средств индивидуальной защиты, после проведения инструктажа и с соответствующей записью в журнале.

2. В случае повреждения (разрыва) резиновых шлангов, нарушения герметичности в соединениях работу по внесению жидких удобрений немедленно прекратить, принять меры по устранению неисправностей, сообщить специалисту, ответственному за проведение работ, о характере неисправности и вызвать машину технической помощи.

3. Сплошная и локальная обработка растений пестицидами проводится при отсутствии работающих в культивационных сооружениях.

4. При ручной обработке растений пестицидами в теплицах работающие должны располагаться друг от друга на расстоянии не менее 10 метров. Факел распыла следует направлять в сторону, противоположную от работающих, электротехнических установок и коммуникаций.

5. Принимать пищу и курить во время работы с ядохимикатами запрещается. Если во время перерывов в работе предполагается приём пищи, тщательно вымойте руки горячей водой с мылом.

Требования безопасности в аварийных ситуациях (при отравлениях ядохимикатами)

1. При всех случаях отравления необходимо немедленно вынести пострадавшего на свежий воздух, уложить на носилки и освободить от стесняющей одежды (расстегнуть воротник, снять пояс и т.д.).

2. Немедленно вызвать врача из ближайшего медицинского пункта и обеспечить транспорт для быстрой перевозки пострадавшего.

3. До прибытия врача оказывать пострадавшему первую помощь.

5.4 Требования безопасности по окончании работы

1. В конце каждой рабочей смены необходимо организовать промывку емкостей и всей гидравлической системы машин и опрыскивателей в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

2. Снять спецодежду, очистить её от пыли и грязи и повесить в шкаф. Запрещается хранить спецодежду, используемую на работах с ядохимикатами, вместе с домашней одеждой.

3. Хранение спецодежды допускается только в специальном помещении, изолированном как от помещения для хранения домашней одежды, так от помещения для хранения ядохимикатов.

4. Остатки ядохимикатов сдать на склад. Если они пришли в негодность, то ядохимикаты должны быть обезврежены и захоронены на глубину не менее 1 метра.

5. На рабочих местах должны быть вывешены надписи, схемы и другая информация о необходимой последовательности действий в условиях опасной или аварийной ситуации.

Вывод по разделу пять:

В данном разделе дипломного проекта, были рассмотрены общие требования при эксплуатации опрыскивателя перед началом работ , в процессе работы и по завершению работ . [14]

6 ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА

При разработке и проектировании новых моделей автомобилей в современных условиях большое внимание уделяется вопросу использования их в составе подразделения гражданской обороны.

Проектируемый автомобиль по техническим характеристикам даёт возможность использовать его в данных условиях и целях.

В случае военных действий возможно химическое, радиационное воздействие, что скажется на окружающей среде и на человеке. Поэтому автомобиль может оказаться единственным видом транспорта, который будет способен выполнить обеззараживание территории, обработать края дорог и доставить специальное оборудование к местам назначения. Особенно это касается автомобилей высокой грузоподъёмности и проходимости. Автомобиль с модульной установкой опрыскивателя может передвигаться в условиях бездорожья в обход автомагистралей, по снежной целине с глубиной снежного покрова до 300 мм, преодолевать водные преграды глубиной до 1,5 м. Цельнометаллическая кабина расположенная высоко от поверхности земли, предохраняет водителя и пассажиров от воздействия радиационного облучения и проникновения радиационной пыли в кабину автомобиля. Возможность демонтожа модуля опрыскивателя позволит использовать автомобиль по прямому назначению.

Проектируемый автомобиль снабжен двигателем достаточной мощности что позволит, в сочетании с опрыскивателем, использовать его при проведении различных работ: транспортировки пестицидов, буксировании повреждённой техники.

При использовании автомобиля в условиях гражданской обороны он должен доукомплектовываться специальными моющими установками для проведения дезактивации, аптечкой для оказания первой медицинской помощи, а также герметичным бачком для хранения запаса питьевой воды. На автомобильных фарах должны устанавливаться светомаскировочные устройства (щитки

затемнения). Каждый автомобиль укомплектовывается шанцевым инструментом.

Вывод по разделу шесть:

Исходя из вышеизложенного, можно говорить о возможности использования проектируемого автомобиля с модульной установкой опрыскивателя в системе гражданской обороны.

7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

7.1 Экономический расчет

В экономической части произведен расчет экономической эффективности установки на платформу автомобиля Урал 43206 опрыскивателя Заря ОП 2000.

Целесообразность проведения технологического или технического решения должна подтверждаться экономическими расчетами. Целью экономической части является определение экономической эффективности капиталовложений в рассматриваемый технический проект. С целью подтверждения экономической эффективности произведен расчет размера инвестиций, необходимых для реализации проекта, текущих затрат на реализацию проекта, показателей эффективности и окупаемости проектов.

Инвестиции и текущие затраты на реализацию проекта

Себестоимость проектируемого автомобиля

Себестоимость автомобиля «Урал 23206» – 1млн руб. с НДС.

Опрыскиватель Заря-100 тыс.руб

Кронштейн-1000 руб

Перечень основных материалов представлен в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Основные материалы

Наименование узла		Новый	в т.ч. НДС, руб.	Стоимость без НДС, руб.
Урал 43206	1	1 000 000	180 000	820 000
Кронштейн	4	1 000	180	3 280
Опрыскиватель	1	102 000	18 360	83 640
Итого		1 103 000	198 540	906 920

Таким образом, материальные затраты на единицу продукции составляют 906920 руб. без НДС

Производственный процесс будет организован на действующих производственных мощностях. Предприятие располагает необходимым

оборудованием и площадями для организации производственного процесса, поэтому капитальные вложения в оборудование или строительно–монтажные работы по данному проекту не требуются.

В таблице 7.2 представлено, какие рабочие непосредственно заняты в производстве одной единицы продукции.

Таблица 7.2 – Рабочие, непосредственно занятые производством продукции

Наименование	Разряд	Кол-во, чел.
Слесарь-сборщик	4	2
Токарь-фрезеровщик	4	1
сварщик	4	1

Затраты на оплату руда рассчитаны исходя из положения о составе затрат предприятия (таблица. 7.3).

Таблица 7.3 - Расчет заработной платы производственных рабочих

Статьи	ед. изм.	Фрезеровщик	Сварщик	Сборщик
Тариф на за/п	Руб.	185	145	140
Отработанное время	н/ч.	160	160	160
з/п	Руб.	29600	23200	22400
Район. надбавка 15%	Руб.	4440	3682,5	3360
Основная заработная плата с доплатой	Руб.	34040	26882,5	25760
Отчисления ФСС 30%	Руб.	10212	8064,75	7728
Заработная плата без ФСС		23828	18817,75	18032

Общие затраты на заработную плату по проекту представлены в таблице 4.

Таблица 7.4 - Численность производственных рабочих и расходы на заработную плату и отчисления ФСС, руб.

Калькуляция единицы изделия представлена в таблице 7.5.

№ п/п	Наименование показателей	Ед. измерен.	1 год	2 год	3 год
1	2	3	4	5	6
1	Численность работающих по проекту, всего				
	в том числе:	чел.	4	4	4
	1. Производственные рабочие, непосредственно занятые производством продукции	чел.	4	4	4
2	Затраты на оплату труда и отчисления на социальные нужды				
	1. Затраты на оплату труда производственных рабочих, непосредственно занятых производством продукции, в том числе:	руб.	4 160 760	4 160 760	4 160 760
	заработная плата	руб.	2 912 532	2 912 532	2 912 532
	отчисления на социальные нужды (30%)	руб.	1 248 228	1 248 228	1 248 228

Таблица 7.5 - Калькуляция единицы изделия

Наименование	Сумма (руб.)
Сырье и материалы	906 920
Расходы на оплату труда	416 076
Отчисления на социальные нужды (28,1% от с.5)	124 823
Производственная себестоимость	1 447 819
Коммерческие расходы (1,5% от производст. себестоимости)	14 478
Полная себестоимость	1 462 297
Прибыль (50% от полной себестоимости)	365 574
Цена (с.15+с.16)	1 827 871
Налог на добавленную стоимость НДС (18%от с.17)	329 017
Цена реализации	2 156 888

Суммарные затраты на производство и сбыт продукции за 3 года на весь объем выпуска (10 шт. в год) представлены в таблице 7.6.

Горизонт расчета (3 года) обусловлен запланированной программой выпуска, основанной на портфеле заказов – 10 автомобилей в год.

Суммарные затраты на весь объем выпуска представляют собой все статьи затрат, представленные в калькуляции на единицу продукции (табл. 5), а также общепроизводственные расходы.

Общепроизводственные расходы - это затраты на содержание, организацию и управление производствами (основным, вспомогательным, обслуживающим). К ним относятся:

- стоимость материалов, запчастей, использованных для обслуживания и ремонта производственного оборудования;

- затраты на оплату труда сотрудников, занятых обслуживанием производства (мастеров, начальников цехов, технологов, рабочих,

осуществляющих техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования), с отчислениями ФСС;

- амортизационные отчисления и затраты на ремонт основных средств и иного имущества, используемого в производстве;

- расходы на демонтаж оборудования, затраты на материалы, детали, покупные полуфабрикаты, используемые при наладке оборудования;

- расходы, связанные с эксплуатацией основных средств, непосредственно задействованных в производстве;

- амортизационные отчисления по нематериальным активам, используемым в производстве;

- стоимость недостач и потерь от простоев, порчи ценностей в производстве и на складах и т. п.

Общепроизводственные расходы отражаются по дебету счета 25 «Общепроизводственные расходы» с кредита счетов учета производственных запасов, расчетов с работниками по оплате труда и др. Поэтому согласно учетной политике предприятия они составляют 25% от заработной платы производственных рабочих.

Таблица 7.6- Суммарные затраты на производство и сбыт продукции, руб.

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
Материальные затраты	9 069 200	9 069 200	9 069 200
Общехозяйственные затраты	1 040 190	1 872 342	1 872 342
Затраты на оплату труда по проекту	4 160 760	4 160 760	4 160 760
Отчисления	1 248 228	1 248 228	1 248 228
Коммерческие затраты	90 692	90 692	90 692
Всего затрат	15 609 070	16 441 222	16 441 222

Программа производства и реализации представлена в таблице 7.7.

Таблица 7.7- Программа производства и реализации продукции

Наименование показателей	Ед. измерен.	1 год	2 год	3 год
Объем производства в натуральном выражении	шт.	10	10	10
Объем реализации в натуральном выражении	шт.	10	10	10
Цена реализации за единицу продукции	руб.	2 156 888	2 156 888	2 156 888
Выручка от реализации продукции	руб.	21 568 881	21 568 881	21 568 881
в том числе НДС (18%)	руб.	3 882 399	3 882 399	3 882 399
Выручка без НДС	руб.	17 686 482	17 686 482	17 686 482
Общая выручка от реализации всех видов продукции по проекту	руб.	21 568 881	21 568 881	21 568 881
в том числе НДС	руб.	3 882 399	3 882 399	3 882 399
Общая выручка без НДС	руб.	17 686 482	17 686 482	17 686 482

Инвестиционные затраты включают в себя вложения в оборотные средства (основные материалы с учетом запаса на 1 квартал) (таблица 7.8). Последующие вложения в основные материалы будут производиться из чистой прибыли.

Таблица 7.8 - Инвестиции

Статьи затрат	Всего по проекту	1 год
Приобретение оборотных средств	2 267 300	2 267 300
Итого - объем инвестиций (сумма показателей пп. 1 - 4)	2 267 300	2 267 300

Финансирование проекта осуществляется с использованием собственных средств – нераспределенной прибыли отчетного года.

Финансовые результаты отражают результат от производственной и коммерческой деятельности предприятия в виде выручки от реализации, а также

конечный результат финансовой деятельности в виде прибыли и чистой прибыли. Финансовые результаты от реализации проекта представлены в таблице 7.9. Чистую прибыль предприятие начнет получать в первый год реализации проекта.

Таблица 7.9 – Финансовые результаты

Наименование показателей	1 год, руб.	2 год, руб.	3 год, руб.
1 Общая выручка от реализации продукции (табл 11)	21 568 881	21 568 881	21 568 881
2 НДС от реализации выпускаемой продукции (табл 11)	3 882 399	3 882 399	3 882 399
3 Общая выручка от реализации продукции по проекту без НДС (1-2)	17 686 482	17 686 482	17 686 482
4 Затраты на производство и сбыт продукции (табл 10)	15 609 070	16 441 222	16 441 222
6 Прибыль по проекту (выручка за минусом всех затрат и налоговых выплат) (3-4-5)	2 077 412	1 245 260	1 245 260
7 Налогооблагаемая прибыль (6-7)	2 077 412	1 245 260	1 245 260
8 Налог на прибыль (20%)	415 482	249 052	249 052
9 Чистая прибыль (7-8)	1 661 930	996 208	996 208

Оценка эффективности инвестиционного проекта

Методика оценки эффективности инвестиционных проектов с учетом фактора времени включает группу таких показателей:

- чистый дисконтированный доход;

1. Чистый дисконтированный доход (ЧДД) рассчитан по формуле 1.

$$ЧДД = \sum_{t=1}^{T}(R_t - З_t) \times a_t - \sum_{t=1}^{T} K_t \times a_t, \quad (7.1)$$

где Rt – поступления от реализации проекта, руб.;

3t – текущие затраты на реализацию проекта, руб.;

at – коэффициент дисконтирования;

Kt – капитальные вложения в проект, руб.;

t – номер временного интервала реализации проекта;

T – срок реализации проекта (во временных интервалах).

Критерий эффективности инвестиционного проекта выражается следующим образом: ЧДД>0. Положительное значение чистого дисконтированного дохода говорит о том, что проект эффективен и может приносить прибыль в установленном объеме. Отрицательная величина чистого дисконтированного дохода свидетельствует о неэффективности проекта

(т.е. при заданной норме прибыли проект приносит убытки предприятию и/или его инвесторам).

- индекс доходности инвестиций;

индекс доходности по чистому дисконтированному доходу (ИД) рассчитан по формуле 2.

$$ИД = \frac{\sum_{t=1}^{T}(R_t - З_t) \times a_t}{\sum_{t=1}^{T} K_t \times a_t}, \quad (7.2)$$

где Rt – поступления от реализации проекта, руб.;

3t – текущие затраты на реализацию проекта, руб.;

at – коэффициент дисконтирования;

Kt – капитальные вложения в проект, руб.;

t – номер временного интервала реализации проекта;

Т – срок реализации проекта (во временных интервалах).

Эффективным считается проект, индекс доходности которого выше единицы, т.е. сумма дисконтированных текущих доходов (поступлений) по проекту превышает величину дисконтированных капитальных вложений.

- срок окупаемости

срок окупаемости инвестиций (Ток) рассчитан по формуле 3.

$$T = \frac{K}{P_ч + A} \le T_{эо} \text{ или } T = \frac{K}{Д_ч} \le T_{эо}, \quad (7.3)$$

где Т – срок окупаемости инвестиционного проекта, годы;

Рч – чистые поступления (чистая прибыль) в первый год реализации инвестиционного проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.;

К – полная сумма расходов на реализацию инвестиционного проекта, включая затраты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, руб.;

Рi – чистые поступления (чистая прибыль) в i-м году, руб.;

Тэо – экономически оправданный срок окупаемости инвестиций, определяется руководством фирмы субъективно, годы;

А – амортизационные отчисления на полное восстановление в расчете на год реализации инвестиционного проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.;

Аi – амортизационные отчисления на полное восстановление в i-м году, руб.;

Дч = Рч + А - чистый доход в первый год реализации инвестиционного проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.

Решение о целесообразности проекта принимается по величине чистого дисконтированного дохода (ЧДД), который рассчитывается как разность

дисконтированных денежных потоков доходов и расходов, производимых в процессе реализации инвестиции за прогнозный период.

Суть критерия состоит в сравнении текущей стоимости будущих денежных поступлений от реализации проекта с инвестиционными расходами, необходимыми для его реализации.

Применение метода предусматривает последовательное прохождение следующих стадий:

1) расчет денежного потока инвестиционного проекта;

2) выбор ставки дисконтирования, учитывающей доходность альтернативных вложений и риск проекта;

3) определение чистого дисконтированного дохода.

Денежные потоки должны рассчитываться в текущих или дефлированных ценах. При прогнозировании доходов по годам необходимо по возможности учитывать все виды поступлений как производственного, так и непроизводственного характера, которые могут быть ассоциированы с данным проектом. Так, если по окончании периода реализации проекта планируется поступление средств в виде ликвидационной стоимости оборудования или высвобождения части оборотных средств, они должны быть учтены как доходы соответствующих периодов.

В основе расчетов по данному методу лежит посылка о различной стоимости денег во времени. Процесс пересчета будущей стоимости денежного потока в текущую называется дисконтированием.

Ставка, по которой происходит дисконтирование, называется ставкой дисконтирования (дисконта), а множитель $a = 1/(1 + i)^t$ - коэффициентом дисконтирования.

Горизонт расчета составляет 3 года, шаг расчета равен 1 год. Ставка дисконтирования составляет 18% (учитывая ставку рефинансирования ЦБ 11% на момент расчета и поправку на риск 7%).

Ориентировочные величины поправок на риск неполучения предусмотренных проектом доходов представлены в таблице 8.10.

Таблица 7.10 - Ориентировочная величина поправок на риск неполучения предусмотренных проектом доходов

Величина риска	Пример цели проекта	Величина поправки на риск, %
Низкий	Вложения в развитие производства на базе освоенной техники	3 - 5
Средний	Увеличение объема продаж существующей продукции	8 - 10
Высокий	Производство и продвижение на рынок нового продукта	13 - 15
Очень высокий	Вложения в исследования и инновации	18 - 20

Денежные потоки предприятия по годам от операционной, финансовой и инвестиционной деятельности представлены в таблице 7.11.

Достаточность денежных средств предприятия на осуществление проекта в течение 3 лет подтверждает положительное сальдо денежных средств. Денежные поступления от продажи продукции – это выручки по проекту, денежные выплаты – это текущие суммарные затраты по проекту. Приток средств по инвестиционной деятельности – это собственные средства на начало реализации проекта. Отток по инвестиционной деятельности – это инвестиции в рассматриваемый проект. Приток по финансовой деятельности – это заемные средства по проекту (в данном проекте отсутствуют), отток по финансовой деятельности – это выплаты по кредитам и займам (в данном проекте отсутствуют).

Таблица 7.11-Денежные потоки

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ПРОИЗВОДСТВУ И СБЫТУ ПРОДУКЦИИ			
Денежные поступления, всего	21 568 881	21 568 881	21 568 881
в том числе:			
Поступления от продажи продукции (услуг)	21 568 881	21 568 881	21 568 881
Денежные выплаты, всего	15 609 070	16 441 222	16 441 222
в том числе:			
Затраты по производству и сбыту продукции	15 609 070	16 441 222	16 441 222
Сальдо потока от деятельности по производству и сбыту продукции	5 959 811	5 127 659	5 127 659
ИНВЕСТИЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ			
Приток средств, всего	2 267 300	0	0
в том числе:	2 267 300		
Отток средств, всего	2 267 300		
Сальдо потока от инвестиционной деятельности	0	0	0
Сальдо потока от производственной и инвестиц-ой деятельности (сумма показателей пп. 3 и 6)	5 959 811	5 127 659	5 127 659
Сальдо потока нарастающим итогом	5 959 811	11 087 469	16 215 128

Продолжение таблицы 7.11

ФИНАНСОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ			
Сальдо потока по финансовой деятельности (разность показателей пп. 9 и 10)	0	0	0
Общее сальдо потока по всем видам деятельности (сумма показателей пп. 7 и 11)	5 959 811	5 127 659	5 127 659
Сальдо потока (п. 12) нарастающим итогом	5 959 811	11 087 469	16 215 128
ЧД =R-З	5 959 811	5 127 659	5 127 659
К	-2 267 300,00		
Е =	0,18		
Кдиск 1/(1+E)t	0,85	0,72	0,61
11 854 143	5 050 687	3 682 605	3 120 851
ЧДД	9 586 843	5 050 687	3 682 605
ИД	5,2		

В рассматриваемом проекте чистый дисконтированный доход при норме дисконта 18% положителен, проект является эффективным и реализуемым.

Индекс доходности характеризует относительную «отдачу проекта» на вложенные в него средства. Индекс доходности дисконтированных инвестиций (ИД) − отношение суммы дисконтированных элементов денежного потока от операционной деятельности к величине инвестиций. ИД > 1, значит, проект эффективен.

Сроком окупаемости («простым» сроком окупаемости) называется продолжительность периода от начального момента до момента окупаемости.

Моментом окупаемости с учетом дисконтирования называется тот наиболее ранний момент времени в расчетном периоде, после которого текущий чистый дисконтированный доход ЧДД становится и в дальнейшем остается неотрицательным. Расчет срока окупаемости представлен в таблице 12.

Таблица 7.12– Срок окупаемости

	Доход (Д)	Амортизация (А)	Прибыль (Р)	Налог на прибыль	Чистая прибыль (Рч)	Сумма чистой прибыли и амортизации (Дч=Рч+А)	Баланс на конец года	Срок окупаемости (год)
Год 0								
Инвестиции								
2 267 300,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
	Доход	Амортизация	Прибыль до уплаты налогов	Налог на прибыль (20%)	Чистая прибыль	Сумма чистой прибыли и амортизации	Баланс на конец года	Срок окупаемости
1 год	2 077 412	0	2 077 412	415 482	1 661 930	1 661 930	-605 370	1,00
2 год	1 245 260	0	1 245 260	249 052	996 208	996 208	390 838	2,00
3 год	1 245 260	0	1 245 260	249 052	996 208	996 208	1 387 046	3,00
Итого	**4 567 932**	**0**	**4 567 932**	**913 586**	**3 654 346**	**3 654 346**		

В рассматриваемом проекте срок окупаемости с учетом дисконтирования составляет 1год и 7 месяца.

Проект считается устойчивым, если при всех сценариях он оказывается эффективным и финансово реализуемым, а возможные неблагоприятные последствия устраняются мерами, предусмотренными организационно-экономическим механизмом проекта.

Для оценки устойчивости проекта в работе будет использован метод расчета точки безубыточности.

Точка безубыточности определяется по формуле:

$$ТБ = ПОИ/(Ц—СПИ), \quad (7.4)$$

где ПОИ - постоянные затраты, размер которых напрямую не связан с объемом производства продукции, руб.,

Ц - цена за единицу продукции, руб.,

СПИ - переменные затраты, величина которых изменяется с изменением объема производства продукции, руб./ед.

Данные для расчета точки безубыточности представлены в таблице 7.13.

Таблица 7.13 – Исходные данные для расчета точки безубыточности

Показатели	Сумма
цена (без НДС)	1 827 871
переменные расходы на 1 изд.	1 462 297
постоянные расходы на 1 изд.	104 019
себестоимость одного изд.	1 566 316

ТБ = 1040190/ (1827871 –1462297) ≈3шт.

Построим график точки безубыточности (рисунок 7.1).

7.2 Точка безубыточности

Рисунок 7.1 – График точки безубыточности

Таким образом, безубыточный объем продаж составляет 8% от планируемого объема производства и реализации в первом году реализации проекта.

Обычно проект считается устойчивым, если в расчетах по проекту в целом уровень безубыточности не превышает 0,6 - 0,7 после освоения проектных мощностей. Близость уровня безубыточности к 1 (100 %), как правило, свидетельствует о недостаточной устойчивости проекта к колебаниям спроса на продукцию на данном шаге.

По итогам анализа можно сделать вывод об устойчивости проекта, т. к. уровень безубыточности меньше предельно допустимого значения.

Вывод по разделу семь:

В данной части дипломного проекта была проведена оценка экономической целесообразности установки опрыскивателя «Заря» на платформу автомобиля «Урал 43206». По результатам проведенных расчетов установлена экономическая эффективность и окупаемость данного технического решения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломного проекта был спроектирован автомобиль с установкой модуля опрыскивателя. В ходе расчетов был определен расход жидкости опрыскивателя определенна нагрузка на болты кронштейна, выбран необходимый диметр болтового соединения, в экономической части были получены положительные данные от внедрения модуля опрыскивателя В ходе экономического расчета проектируемого автомобиля, был выявлен положительный экономический эффект от внедрения данного автомобиля в эксплуатацию, срок окупаемости спроектированного автомобиля составил 1 год и 7 месяцев.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баловнев, В. И. Автомобили и тракторы. - М. :Издательский центр «Академия», 2008 с. 309.

2. Гаспарянц, Г.Л. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля. – М.: Машиностроение, 1978 год.

3. Сленков, А.Ю. Расчёты экономической эффективности организационно - технических мероприятий в машиностроении / Сленков А.Ю.,Сорокин А.А., Чукин С.А. М.: Машиностроение, 1986. 241с.

4. Данилевский, В.В. Технология машиностроения / В.В. Данилевский. – М.: Высшая школа, 1984. – 416 с.

5. Журавлев, В.Н. Машиностроительные стали. Справочник / В.Н. Журавлев, О.И. Николаева. – М.: Машиностроение, 1981. – 391 с.

6. Косилова, А.Г., Мещерякова Р.К., Справочник технолога машиностроителя; Том 1,2; - М., Машиностроение, 1985г.

7. И.В. Горбачев, Н.Н. Швед, Настройка и использование штанговых опрыскивателей / Российский государственный аграрный университет-Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева,2007.-30с.

8. Шкрабак, В.С. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве / В.С. Шкрабак, А.В. Луковников, А.К. Тургенев. – М.: Колос, 2012.-548 с.

12. Охрана труда в сельском хозяйстве. Справочник. Изд. 2 – ое, перераб, и доп. М.: “Колос”, 2010. .-241 с.

9. ПОТ Р-200-01-95. «Правила по охране труда на автомобильном транспорте».- М..: Министерство Транспорта Российской Федерации, , 1996.- 79с.

10. ПОТ РМ-008-99 «Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации промышленного транспорта».- М.,: . Министерство труда и социального развития Российской Федерации, 2000.- 103с.

11. Охрана труда в сельском хозяйстве. Справочник. Изд. 1 – ое, перераб, и доп. М.: “Колос”, 2010. .-241 с.

13. СТО ЮУрГУ 04-2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова.-Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008.-56 с.

14. Автомобильное машиностроение.

http://www.avtomash.ru/katalog/pred/auto/index.html

15. Опрыскиватели фирмы «Заря»

http://zarja-miass.ru

16. Механизированные опрыскиватели и их классификация

http://asprus.ru/blog/mexanizirovannye-opryskivateli-i-ix-klassifikaciya/

17. Техническая характеристика автомобиля Урал 43206.

http://uralspecmash.ru/poleznaya-informaciya/ural-43206/tehnicheskaya-harakteristika

18. С.В. Аврутин. Фрезерное дело.

http://tehinfor.ru/s_4/par28.html

19. Требования безопасности к конструкции автомобиля.

http://otherreferats.allbest.ru/transport/00017240_0.html.

20. Справочник автомобилиста.

http://pegasus-auto.com/vahlamov/1/konstruk4.htm.