

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет  
Институт механизации и технического сервиса**

Специальность: 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Специализация: «Автомобили и тракторы»

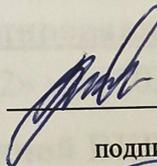
Кафедра: «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
на соискание квалификации (степени) «специалист»**

**Тема: «Проектирование трактора тягового класса 50 кН с разработкой  
устройства для регулирования давления воздуха в шинах»**

Шифр ВКР.23.05.01.125.20.УРДВШТ 00.00.00. ПЗ

Студент С251-07 группы

  
\_\_\_\_\_

Ибушев В.В.

Ф.И.О.

Руководитель доцент  
ученое звание

  
\_\_\_\_\_

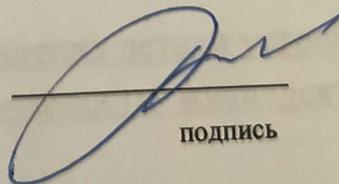
Хафизов Р.Н.

Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите (протокол №11 от  
17.06.2020 г.)

И. о. зав. кафедрой

доцент  
ученое звание

  
\_\_\_\_\_

Хафизов Р.Н.

Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Специальность: 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Специализация: «Автомобили и тракторы»

Кафедра: «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

«УТВЕРЖДАЮ»

И. о. зав. кафедрой

/Хафизов Р.Н./

« 12 » марта 2020 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выпускную квалификационную работу**

**Студенту: Ибушеву Вадиму Витальевичу**

**Тема ВКР: «Проектирование трактора тягового класса 50 кН с разработкой устройства для регулирования давления воздуха в шинах»**

утверждена приказом по вузу от «22» мая 2020 г. № 178

**2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 15.06.2020**

**3. Техническое задание на ВКР \_\_\_\_\_**

- Разработать трактор для выполнения сельскохозяйственных работ.
- Назначение: сельскохозяйственное, общего назначения.
- Тип ходовой части – 4к4, тяговый класс 50 кН
- Произвести тяговый расчет трактора.
- Разработать устройства для регулирования давления воздуха в шинах тракторов
- Разработать технологию изготовления детали устройства
- Разработать мероприятия безопасности жизнедеятельности и охраны

окружающей среды.

– Произвести экономическое обоснование проекта.

**4. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1. Тягово-динамический расчет проектируемого трактора; 2. Эскизная компоновка проектируемого трактора; 3. Конструкторская часть; 4. Технологическая часть; 5. Разработка мероприятий по безопасности жизнедеятельности; 6. Разработка**

мероприятий по экологической защите окружающей среды; 7. Экономическое обоснование ВКР.

5. Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей): Лист 1 – Регуляторная и потенциальная характеристика трактора; Лист 2 – Теоретическая тяговая характеристика трактора; Лист 3 – Эскизная компоновка проектируемого трактора; Лист 4 – Технокарта изготовления детали; Лист 5 – Схема регулирования давления воздуха; Лист 6 – Конструкция подвода воздуха к шине; Лист 7 – Сборочный чертеж крана подачи воздуха; Лист 8 – Детализация конструкции; Лист 9 – Технико-экономические показатели проекта.

### 6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Технология изготовления детали	Марданов Р.Х.
Безопасность жизнедеятельности	Гаязиев И.Н.
Экология и охрана окружающей среды	Гаязиев И.Н.

7. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_ 12.03.2020 \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Тягово-динамический расчет проектируемого трактора	20.04.2020	
2	Эскизная компоновка проектируемого трактора	27.04.20	
3	Конструкторская часть	12.05.2020	
4	Технологическая часть	17.05.2020	
5	Безопасность жизнедеятельности и охрана труда	25.05.2020	
6	Разработка мероприятий по экологической защите окружающей среды	01.06.2020	
7	Экономическое обоснование ВКР	10.06.2020	

Студент \_\_\_\_\_

(Ибушев В.В.)

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_

(Хафизов Р.Н.)

## АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Ибушев В.В. «Проектирование трактора тягового класса 50 кН с разработкой устройства для регулирования давления воздуха в шинах».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 92 страницах машинописного текста и графической части на 9 листах. Записка состоит из введения, 7 разделов, вывода и включает 11 рисунков и 6 таблиц. Список используемой литературы содержит 23 наименований.

В первом разделе представлен тяговый расчет трактора. Определены основные параметры проектируемого трактора.

Во втором разделе приведена эскизная компоновка проектируемого трактора.

В третьем разделе приведено описание проектируемого устройства, проведены конструктивные расчеты.

В четвертом разделе представлены технологические расчеты по изготовлению детали.

В пятом разделе рассмотрены мероприятия по безопасности жизнедеятельности.

В шестом разделе рассмотрены вопросы охраны окружающей среды.

В седьмом разделе представлено экономическая эффективность конструкции.

Пояснительная записка также содержит заключение, список использованной литературы, приложения и спецификации.

## **ABSTRACT**

For the final qualifying work Ibushev V.V. "Design tractor traction class 50 kN with the development of devices for regulating the air pressure in the tires of the tractor."

The final qualifying work consists of an explanatory note on 92 pages of typewritten text and a graphic part on 9 sheets. The note consists of an introduction, 7 sections, conclusion and includes 11 figures and 6 tables. The list of used literature contains 23 items.

The first section presents the calculation of the traction of the tractor. The main parameters of the designed tractor are determined.

The second section provides a sketch layout of the designed tractor.

The third section provides a description of the designed device, carried out design calculations.

The fourth section presents the technological calculations for the manufacture of parts.

The fifth section describes the measures for the safety of life.

The sixth section deals with environmental issues.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1. ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОЕКТИРУЕМОГО ТРАКТОРА.....	10
1.1 Расчет теоретической тяговой характеристики трактора.....	10
1.1.1 Определение массы трактора.....	10
1.1.2 Выбор прототипа и его техническая характеристика.....	11
1.1.3 Определение параметров ходовой части.....	12
1.1.4 Определение номинальной мощности двигателя.....	13
1.1.5 Определение крутящего момента двигателя.....	13
1.1.6 Расчеты с использованием ЭВМ.....	20
2 ЭСКИЗНАЯ КОМПОНОВКА ПРОЕКТИРУЕМОГО ТРАКТОРА.....	25
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	30
3.1 Патентный поиск .....	30
3.2 Устройство и принцип работы конструкции.....	39
3.3 Обоснование схемы новой конструкции.....	39
3.4 Подбор объема ресивера.....	40
3.5 Расчет деталей, узлов конструкции.....	41
3.6 Расчет болтового соединения для крана управления давлением в шинах.....	42
4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	45
4.1 Коэффициент унификации конструктивных элементов детали.....	45
4.2 Качественная технологичность детали .....	46
4.3 Выбор вида заготовки.....	47
4.3.1 Расчет припусков на заготовку.....	47

4.3.2 Расчет припусков на длину детали.....	51
4.4 Определение минимального расчетного значения детали.....	53
4.5 Выбор оборудования.....	53
4.6 Разработка метода контроля детали и проектирования измерительного инструмента.....	54
5 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ.....	56
5.1 Анализ условий труда на тракторе .....	56
5.2 Расчёт вентиляции кабины проектируемого трактора.....	69
5.3 Противопожарная безопасность.....	70
5.4 Безопасность при использовании конструкции.....	73
5.5 Физическая культура в производстве.....	76
6. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	77
7 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВКР.....	80
7.1 Расчёт производительности .....	80
7.2 Расчет показателей экономического эффекта и эффективности.....	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	86
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	87
СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	90

## ВВЕДЕНИЕ

Перед нашей страной стоит задача резкого увеличения производства сельскохозяйственной продукции. Решение этой важнейшей задачи требует выполнения целого комплекса мероприятий, направленных на интенсификацию сельскохозяйственного производства и рост производительности труда, на сохранение, восстановление и повышение плодородия почв.

Требование повышения производительности труда привело к появлению на полях в нашей стране и за рубежом мощной энергонасыщенной техники (включая тракторы и почвообрабатывающие орудия), обладающей большой единичной массой. Масса отечественного среднестатистического трактора в парке за последние 20 лет практически удвоилась. В то же время большое количество мощной техники на полях вызывает изменение состояния почвы и отрицательно влияет на ее плодородие. Исследования показали, что глубина распространения деформации почвы значительно превосходит величину пахотного слоя и достигает 0,6 ... 1,2 м (в зависимости от свойств почвы, а также массы и тяговых усилий, развиваемых трактором). Создается подпахотный уплотненный слой ("плужная подошва"), нарушается водно-воздушный режим почвы, ухудшаются ее физические свойства, разрушается структура.

Уплотнение и связанное с ним ухудшение агрофизических свойств почвы приводит к значительному снижению урожая сельскохозяйственных культур. По оценкам ВИМ и Почвенного института им. В.В. Докучаева недобор урожая только по зерновым составляет 13 ..... 15 млн. т. в год, сахарной свекле - более 2 млн. т., зерну кукурузы - около 0,5 млн. т. в год. Имеет место также значительный недобор урожая.

Показатели эффективности отрасли растениеводства в РФ существенно ниже по сравнению с развитыми странами. Например, по урожайности зерновых культур - в 2...5 раз. Причиной этого являются не

только природно-климатические, но и другие факторы, связанные с несоблюдением технологии производства сельскохозяйственной продукции и агротехнических требований, предъявляемых к ней. Одним из таких факторов является негативное воздействие ходовой системы машинно-тракторного агрегата (МТА) на почву при выполнении технологических операций. Стремление сельскохозяйственных предприятий повысить производительность труда за счет применения современных агрегатов с энергонасыщенными тракторами повышенной единичной мощности (300...500 л.с.), позволяющих в 3...4 раза снизить затраты труда механизатора по сравнению с традиционными, приводит к переуплотнению почвы их двигателями из-за высокой эксплуатационной массы (15...25 т). При этом существенно снижается неравномерность заделки семян в почву у посевного МТА по колес трактора, уменьшается урожайность культуры, увеличиваются затраты энергии на передвижение тягового средства по полю и на последующую операцию по обработке почвы из-за повышения её удельного сопротивления.

Исходя из этого целью выпускной квалификационной работы является проектирование колесного (4x4) трактора тягового класса 50 кН, для сельскохозяйственного производства. С последующей разработкой устройства для регулирования давления воздуха в шинах тракторов.

# 1. ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОЕКТИРУЕМОГО ТРАКТОРА

## 1.1 Расчет теоретической тяговой характеристики трактора

Обоснуем, для чего нужен расчет и построение теоретической тяговой характеристики проектируемого трактора. Эта характеристика рассчитывается и строится для работы на заданном агрофоне на всех передачах. Показатели трактора и эффективность его использования в сельскохозяйственном производстве в соответствии с назначением и условиями эксплуатации зависят от правильного выбора основных параметров: веса (массы), мощности и типа регуляторной характеристики двигателя, передаточных чисел трансмиссии. При выполнении тягового расчета трактора производятся: расчет основных параметров трактора; расчет и построение регуляторной характеристики двигателя, потенциальной и теоретической тяговых характеристик трактора; анализ его основных эксплуатационных свойств [1,6,15].

Теоретическая тяговая характеристика состоит из 2-х частей в нижней части даны зависимости основных параметров тракторного двигателя от величины крутящего момента на его коленчатом валу ( $N_c, G_T, n_e = f(M_c)$ ). Верхняя часть представляет собой тяговую характеристику трактора –  $V_d, N_{кр}, g_{кр}, \delta, \eta_{тяг} = f(P_{кр})$ .

### 1.1.1 Определение массы трактора

Различают конструктивную и эксплуатационную массы трактора. Конструктивную массу иногда называют «сухой» массой - это масса трактора сразу после сборки – без заливок маслом, топливом, охлаждающей жидкостью, без инструмента, дополнительных грузов и тракториста, а

эксплуатационная – уже трактора, готового к работе в поле т.е., полностью снаряженного.

Конструктивная масса равна [18]:

$$\text{—————}, \text{кг} \quad (1.1)$$

где  $P_{кр.ном.}$  – номинальное тяговое усилие на крюке трактора, Н;

$\varphi_{кр.ном.}$  – коэффициент использования массы при номинальном тяговом усилии

Величину  $\varphi_{кр.ном.}$  – можно брать:

0,32...0,42 (при 4х2);

0,40...0,50 (при 4х4);

0,45...0,55 (гусеничная ходовая часть)

—————

Эксплуатационная (полная) масса:

$$m_3 = m_k \cdot (1,06 \dots 1,12), \text{ кг.} \quad (1.2)$$

кг.

Масса трактора рассчитана в программе MATLAB. Потому что программа более точно определяет массу в разных условиях работы проектируемого трактора. Масса равна 11214 кг.

### 1.1.2 Выбор прототипа и его техническая характеристика

Зная класс трактора, тип его ходовой части, определив его массы, выбирается прототип из существующих типов тракторов. При отсутствии похожего трактора – выбирают наиболее близкий к проектируемому. Выбрав прототип – приводят его техническую характеристику, которые в дальнейшем помогут выбрать некоторые недостающие параметры будущего трактора (параметры двигателя, трансмиссии, ходовой части и др.) При этом

нужно будет учитывать разницу прототипа и будущего трактора. Прототипом проектируемого трактора является К-744 Р1. [15].

### 1.1.3 Определение параметров ходовой части

К определяемым параметрам ходовой части относятся: размеры ведущих колес, для колесного трактора.

Ведущие колеса выбираются тракторного типа – с редким и глубоким ри-сунком, с учетом нагрузки на одно колесо:

$$G_{к1} = \frac{G_{\text{трактора}} \cdot \lambda_{\text{к}}}{2}, \quad (1.3)$$

где  $G_{к1}$  – вес трактора, приходящееся на одно колесо;

$\lambda_{\text{к}}$  – коэффициент распределения веса на ведущее колесо,  $\lambda_{\text{к}} = 0,92$ .

Зная нагрузку на одно колесо из справочника по автотракторным шинам определяют шину. Первая цифра ширина или высота профиля, а вторая – посадочный диаметр в дюймах.

Для данного трактора подходит шина 28,1-26.

Далее определяют радиус ведущего колеса [1,17]:

$$r_{\text{к}} = 0,0254 \cdot [0,5 \cdot d + H \cdot (1 - \delta_r)], \text{ м} \quad (1.4)$$

где 0,0254 – коэф. перевода дюймов в метры;

$d$  – посадочный диаметр в дюймах,

$H$  – высота профиля в дюймах;

$\delta_r$  – коэффициент радиальной деформации шины,  $\delta_r = 0,11 \dots 0,13$ .

Для проектируемого трактора подбираем по справочнику шину следующего типоразмера 13-30.

$$r_{\text{к}} = 0,0254 \cdot [0,5 \cdot 26 + 28,1 \cdot (1 - 0,12)] = 0,96 \text{ м}$$

Выбираем радиус колеса 0,96 м.

### 1.1.4 Определение номинальной мощности двигателя

Номинальная мощность тракторного двигателя определяется с учетом класса трактора, т.е. номинального тягового усилия на крюке –  $R_{кр.ном}$ , а также основных рабочих скоростей, при которых выполняются полевые работы. Для современных тракторов большинство полевых операций выполняется на скоростях 6...12 км/ч или 1,6...3,3 м/с.

С учетом сказанного:

$$\text{-----}, \text{кВт} \quad (1.5)$$

где  $N_{e.ном}$  – номинальная мощность двигателя, кВт;  
 $V_{ср}$  – скорость движения на одной из низших передач, используемых при выполнении тяжелых работ (например, при вспашке), м/с;  
 $R_{кр.ном}$  – номинальное тяговое усилие на крюке, Н;  
 $f$  – коэфф. сопротивления движению при работах в нормальных условиях;  
 $m_0$  – эксплуатационная масса, кг;  
 $\eta_{тр}$  – к.п.д. трансмиссии трактора, можно принять  $\eta_{тр} = 0,9$ .

$$\text{-----},$$

К основным параметрам двигателя относятся: номинальные мощность –  $N_{e.ном}$ , крутящий момент –  $M_{сн.ном}$ , часовой расход топлива –  $G_{тн.ном}$ , удельный расход топлива –  $g_{сн.ном}$  и частота вращения коленчатого вала –  $n_{сн.ном}$ .

При этом  $n_{сн}$  и  $g_{сн}$  – даны в задании,

$N_{сн}$  – уже определили выше.

Выбираем с запасом 205 кВт.

### 1.1.5 Определение крутящего момента двигателя

$$\text{-----}, \text{Нм} \quad (1.6)$$

где  $M_{сн.ном}$  – крутящий момент двигателя, Нм;

$N_{\text{еном}}$  – номинальная мощность двигателя, кВт;

$n_{\text{енсм}}$  – номинальные обороты вала двигателя, об/мин [1,17];

Определение номинального часового расхода топлива:

$$\text{---}, \text{ кг/ч} \quad (1.7)$$

где  $G_{\text{тном}}$  – номинальный часовой расход топлива, кг/ч;

$q_{\text{енсм}}$  – удельный расход топлива, г/кВт×ч;

$N_{\text{еном}}$  – номинальная мощность двигателя, кВт;

$n_{\text{енсм}}$  – номинальные обороты вала двигателя, об/мин;

Таким образом, все номинальные параметры определены. По этим параметрам нужно подобрать прототип двигателя из тех, которые установлены на имеющихся тракторах, дать описание этого двигателя, привести его основные технические данные, отметив, какие параметры и насколько отличаются.

В качестве двигателя внутреннего сгорания выбираем двигатель ЯМЗ-238НД5, у которого следующие характеристики таблица 1.1 [1,6]:

Таблица 1.1 - Характеристики двигателя ЯМЗ-238НД5

Модель	Число и расположение цилиндров	Тип системы газообмена	Номинал. мощность, кВт	Номинал. частота вращения, об/мин	Макс. крутящий момент, Н·м	Частота вращения при макс. крутящем моменте, об/мин	Удельный расход топлива, г/кВт·ч
ЯМЗ-238НД5	8V	T	220	1900	1280	1100-1400	220

Расчет и построение регуляторной характеристики тракторного двигателя.

Для расчета используются номинальные значения параметров двигателя –  $N_{\text{еном}}$ ,  $M_{\text{еном}}$ ,  $G_{\text{тном}}$ ,  $g_{\text{еном}}$  и  $n_{\text{енсм}}$

Вначале на оси частоты вращения ( $n_e$ ) нужно определить еще две точки:  $n_{e\min}$  – наименьшие обороты холостого хода –  $n_{e\min} = 600 \dots 900$  об/мин.

Причем – 600...750 для двигателей с  $n_{e\text{ном}}$  до 2000 об/мин., с 750...900 для двигателей с  $n_{e\text{ном}}$  более 2000 об/мин.

Принимаем  $n_{e\min} = 800$  об/мин.

При меньших  $n_{e\min}$  оборотах двигатель глохнет, т.к., получающаяся мощность не хватает на внутренние потребности самого двигателя (привод механизмов, на трение, привод систем и др.

Следующая точка – это наибольшая скорость вращения коленчатого вала при полной подаче топлива, но без нагрузки.

$$n_{ex/x} = n_{e\text{ном}} (1 + b_p), \text{ об/мин} \quad (1.8)$$

где  $n_{ex/x}$  – наибольшая скорость вращения коленчатого вала, об/мин;

$n_{e\text{ном}}$  – номинальные обороты вала двигателя, об/мин;

$b_p$  – степень неравномерности регулятора,  $b_p = 0,07 \dots 0,09$ .

$$n_{ex/x} = 2100 (1 + 0,08) = 2268 \text{ об/мин}$$

Тут же нужно определить величину расхода топлива.

$$G_{tx/x} = G_{t\text{ном}} (0,25 \dots 0,30), \text{ кг/ч} \quad (1.9)$$

где  $G_{tx/x}$  – величину расхода топлива, кг/ч;

$G_{t\text{ном}}$  – номинальный часовой расход топлива, кг/ч;

$$G_{tx/x} = 49,4 * 0,25 = 14,8 \text{ кг/ч}$$



Для расчета использовали программу для расчета.

**Таблица 1.2 - Данные для расчета регуляторной характеристики**

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение		Величина
		Обычное	в программе	
1.	Номинальная мощность двигателя – кВт	$N_{\text{ном}}$	N	205
2.	Но мин. частота вращения к/вала – об/мин.	$n_{\text{ном}}$	H	2100
3.	Малые обороты хол. хода дв. – об/мин.	$n_{\text{мин}}$	H2	800
4.	Козф. для расчета характеристики дв-ля	$C_1$	C1	0,75
5.	Номинальный удельный расход топлива, гр/кВт•ч	$g_{\text{ном}}$	Q	240
6.	Степень неравномерности регулятора	$\delta_p$	B	0,08

**Таблица 1.3 - Данные для расчета потенциальной характеристики**

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение		Величина
		Обычно	в программе	
1.	Номин. Мощность двигателя – кВт.	N	N	205
2.	к.п.д. трансмиссии трактора	$\eta_{\text{тр}}$	H6	0,9
3.	Козф. сор. движению на стерне – п	f	F	0,08
4.	Козф. Сцепления х/ч с почвой	$\varphi$	F1	0,7
5.	Козф. Распределения веса	$\lambda_k$	L	0,5
6.	Номин. Тяговое усилие трактора – Н.	$P_{\text{кр ном}}$	P	50000
7.	Козффициенты для расчета буксования	a	A5	0,13
8.		b	B5	0,013
9.		c	C5	8
10.	Полная масса трактора – кг.	$m_2$	M5	11214

**Результаты расчетов представлены в приложении**

**Определение тяговой зоны трактора.**

Основное назначение потенциальной тяговой характеристики – это обоснование и выбор тяговой зоны будущего трактора.

Для этого на построенной характеристике находят точку  $N_{\text{кр. max}}$ , этой же точке соответствует  $\eta_{\text{т.т. max}}$ . От этой точки проводят вертикаль на ось  $P_{\text{кр}}$ , на пересечениях отмечают –  $V_{\text{т. опт}}$  и  $P_{\text{кр. опт}}$ , т.е., это будет оптимальная скорость, оптимальное усилие на крюке трактора. Поскольку при работе в

полевых условиях величина  $P_{кр}$  все время меняется как в ту, так и в другую сторону, поэтому нужно определить рабочую зону трактора таким образом, чтобы при всех случаях работы величина тягового к.п.д. ( $\eta_{тяг}$ ) находился вблизи его наибольшего значения. Для этого от точки  $V_T$  опт поднимаются вверх по кривой скорости на величину примерно  $0,8...0,9$  м/с и отмечают скорость  $V_{тmax}$ , от этой же точки ( $V_T$  опт) опускаются вниз по кривой на величину  $0,7...0,8$  м/с и отмечают точку  $V_{тmin}$  и через эти точки проводят вертикальные линии до кривой  $N_{кр}$  (или  $\eta_{тяг}$ ). Если снижение мощности на крюке при скоростях  $V_{тmax}$  и  $V_{тmin}$  примерно одинаковое, то это и будет рабочей тяговой зоной, если же снижение в одну из сторон значительно больше, чем в другую, то вносят коррективы – рабочую зону перемещают вправо или влево, но так, чтобы  $V_{тmax} - V_{тmin} \approx 1,4...1,7$  м/с.

Таким образом, определяется тяговая рабочая зона

Нужно проверить, не выходит ли  $\delta_{max}$  за пределы допустимого ГОСТом значения, если немного будет выходить, нужно предложить меры по его снижению до приемлемого уровня (за счет дополнительных грузов или других мероприятий).

После определения тяговой зоны трактора принимают:

$$V_{тmin} = V_{т1} = 3,3 \text{ м/с и } V_{тmax} = V_{тп.} = 4,7 \text{ м/с,}$$

т.е. это будет соответственно, скорости на первой и последней рабочей передачах.

Здесь рассматриваются только рабочие передачи, замедленные и транспортные не рассматриваются. На первой передаче выполняются наиболее тяжелые работы, например, вспашка, а на последней – более легкие работы, например, боронование или каткование. Количество передач ( $n$ ) дается в задании, обычно может быть  $4...6$ .

Далее рассчитываются значения передаточных чисел трансмиссии трактора для каждой передачи [1,6,17].

---

(1.10)

где  $i_{тр}$  – значения передаточных чисел трансмиссии трактора;

$n_{снсм}$  – номинальные обороты вала двигателя, об/мин;

$r_k$  – радиус ведущего колеса.



Определим знаменатель геометрической прогрессии

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{i_{мпn}}{i_{мп1}}} = \sqrt[3]{\frac{64,1}{111,4}} = 0,82 \quad (1.11)$$

Распределение величины  $i_{тр}$  по агрегатам трансмиссии

Поскольку трансмиссия трактора состоит из коробки передач, из главной и конечной передач, т. е.

$$i_{тр} = i_{кпп} i_0 i_k, \quad (1.12)$$

При этом нужно учитывать соответствующие параметры прототипа и требования курса детали машин. Есть одно требование - возможность включения всех передач, для этого нужно, чтобы:

$$i_{кпп} \geq \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{V_{Tn}}{V_{T1}}, \quad (1.13)$$

Если  $i_{кпп} = V_{max}/V_{min}$ , то последняя (высшая) передача будет “прямой”, т. е. через коробку вращение пройдет без изменения, если будет больше – то последняя передача так же будет понижающей. Равным, обычно берут для автомобилей, а для тракторов всегда берут больше.

На практике:  $i_0$  – передаточное число главной передачи - берут равным в передачах 3,5...5, а  $i_k$  – передаточное число конечной передачи может быть в пределах 4,5...6.

Составление кинематической схемы трансмиссии и определение количества зубьев шестерён

При этом так же следует обращаться к прототипу, использовать подходящие передачи этого трактора. В качестве примера рассмотрим простейшую схему колесного трактора, имеющего 4 передачи переднего хода (рисунок 3). Из предыдущих расчетов получены:  $i_{тp1}, i_{тp2}, \dots, i_{тpn}, i_0$  и  $i_k$ , а также:

$$i_{кп1} = \frac{i_{мп1}}{i_0 \cdot i_k} \quad i_{кпj} = \frac{i_{мпj}}{i_0 \cdot i_k}, \quad (1.14)$$

т.е.  $i_{кп1}, i_{кп2}, \dots, i_{кпn}$ .

$$i_{кп1} = \frac{111,4}{4,5} = 5,57$$

$$i_{кп2} = \frac{93,8}{4,5} = 4,69$$

$$i_{кп3} = \frac{76,9}{4,5} = 3,84$$

$$i_{кп4} = \frac{64,1}{4,5} = 3,2$$

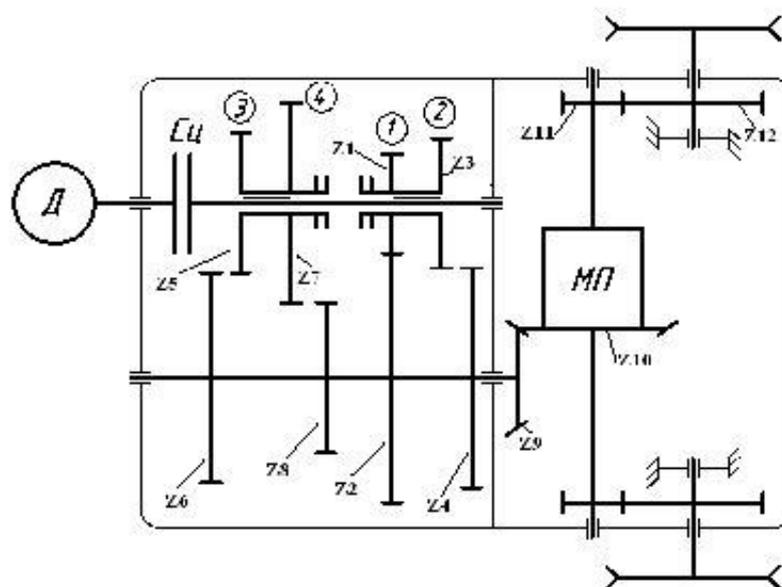


Рисунок 1.1 - Кинематическая схема колесного трактора

Как видно из кинематической схемы, в трансмиссии трактора всего 12 шестерён. Нужно начинать с конечной передачи, которая передает большой

крутящий момент и имеет крупные зубья, часто ведущая шестерня выполняется за одно целое с валом. Выбирают  $Z_{11}$ , а  $Z_{12} = i_k * Z_{11}$ .

Главная передача, также с учетом конструктивных особенностей тракторных трансмиссии выбирают ведущую шестерню –  $Z_9$ , а  $Z_{10} = Z_9 * i_0$ .

При определении зубьев шестерен коробки передач нужно начинать с 1 передачи – самая малая шестерня передает вращение самой большой.

Для определения числа зубьев шестерен КПШ задаемся межцентровым расстоянием –  $a$ , мм (расстояние между промежуточным и вторичным валом КПШ) и модулем зубьев –  $m$ .

Межцентровое расстояние выбирается из ряда: 80; 90; 100; 112; 125; 140; 160; 180; 200; 224; 250; 280.

Модулем зубьев выбирается из ряда: 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5.

Межцентровое расстояние и модуль зубьев для всех передач КПШ берется одинаковым.

$$P_f = f \cdot m_s \cdot 9,81 = 0,1 \cdot 11214 \cdot 9,81 = 11000,9$$

Дальнейшие расчеты были сделаны с помощью компьютера.

### 1.1.6 Расчеты с использованием ЭВМ

Для расчета теоретической тяговой характеристики с помощью ЭВМ необходимо подготовить следующую таблицу данных для ввода их в ЭВМ:

Таблица 1.4 – Таблица с параметрами трактора

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение		Величина
		Обычное	в программе	
1.	Масса трактора, кг	$m_s$	M	11214

Продолжение таблицы 1.4

2.	Радиус ведущих колес, м.	$r_k$	R	0,96
3.	К.п.д. трансмиссии	$\eta_{тр}$	H4	0,9
4.	Малые обороты холостого хода двигателя, об/мин.	$n_{емин}$	H1	800
5.	Номин. обороты вала двигателя, об/мин.	$n_{енном}$	H2	2100
6.	Мах. Обороты холостого хода двигателя, об/мин.	$n_{ex/h}$	H3	2268
7.	Номин. момент двигателя, Н.м	$M_{енном}$	M2	932,6
8.	Мах. Момент двигателя, Н.м	$M_{еммах}$	M3	1063,8
9.	Номин. часовой расход топлива, кг/ч.	$G_{тнном}$	G2	49,4
10.	Часов. расход на холост. ходу, кг/ч.	$G_{тх/ч}$	G3	14,8
11.	Удельный расход топлива, г/кВт*ч	$g_{енном}$	G4	240
12.	Козф. сопрот. качению на заданном фоне.	f	F	0,08
13.	Козф. сцепления на заданном фоне.	$\varphi$	F1	0,7
14.	Козф. распределения веса на ведущие колеса	$\lambda_k$	L	0,5
15.	Козффициенты для расчета буксования	a	A5	0,13
16.		b	B5	0,013
17.		c	C5	8
18.	Обороты двигателя при $M_{еммах}$ .	$n_o$	H6	1320
19.	Номин. усилие на крюке, Н.	$P_{кр ном}$	P	50000
20.	Уточненные значения передаточных чисел трансмиссии трактора	$i_{тр.1}$	I1	111,4
21.		$i_{тр.2}$	I2	93,8
22.		$i_{тр.3}$	I3	76,9
23.		$i_{тр.4}$	I4	64,1
24.	Начальное значение усилия на крюке, Н	$P_{кр.нач}$	P1	10
25.	Номин. мощность, кВт	$N_{енном}$	N2	205
26.	Козффициент $C_1$	$C_1$	C1	0,75
27.	Козф. $C_2=2-C_1$	$C_2$	C2	1,25

По результатам расчетов машина выдаст распечатку, где первые 5-колонок - это данные по двигателю:

$n$  –  $n_e$ , об/мин

$N$  –  $N_e$ , кВт

$M$  –  $M_e$ , Нм

$G$  –  $G_t$ , кг/ч

$G$  –  $g_e$ , г/кВт.ч

Следующие  $b$  – это параметры трактора:

$P$  –  $P_{кр}$ , Н

$B$  –  $\delta$ ,

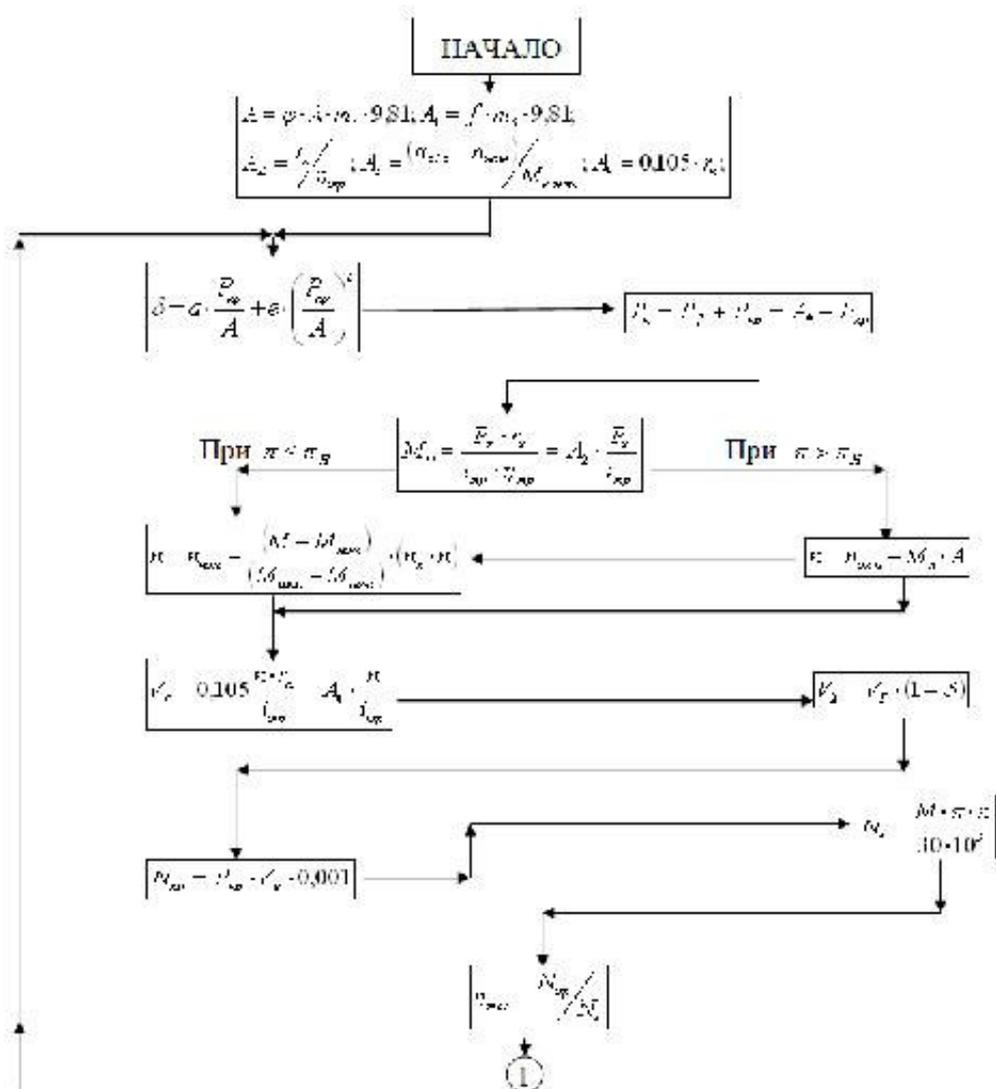
$V$  –  $V_d$ , м/с

$N$  –  $N_{кр}$ , кВт

$G$  –  $g_{кр}$ , г/кр.кВт.ч

$H$  –  $\eta_{тж}$

Блок схема расчета



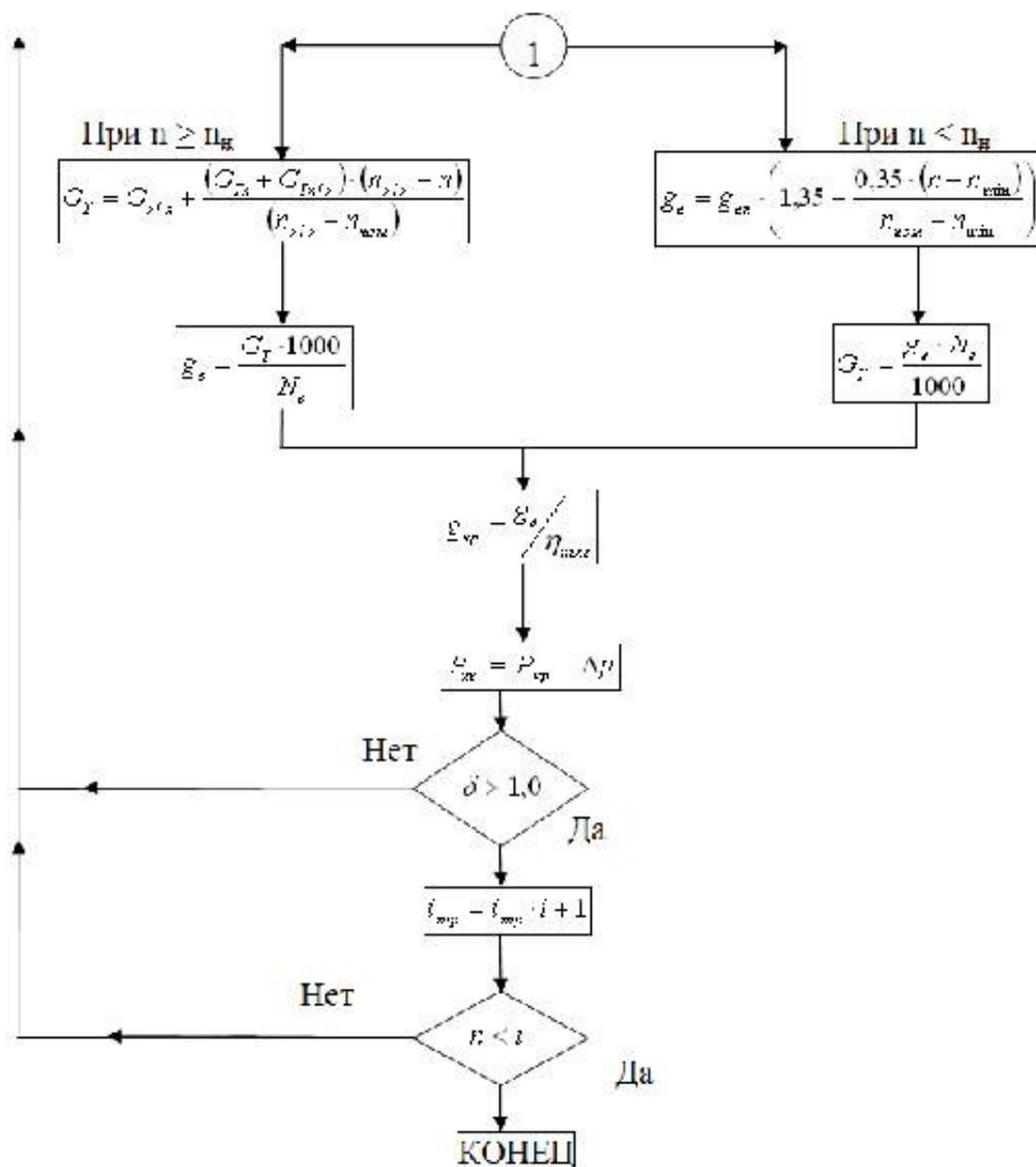


Рисунок 1.2 – Блок схема расчета

По этим данным строится теоретическая тяговая характеристика проектируемого трактора, которая представлена на рисунке 1.3.

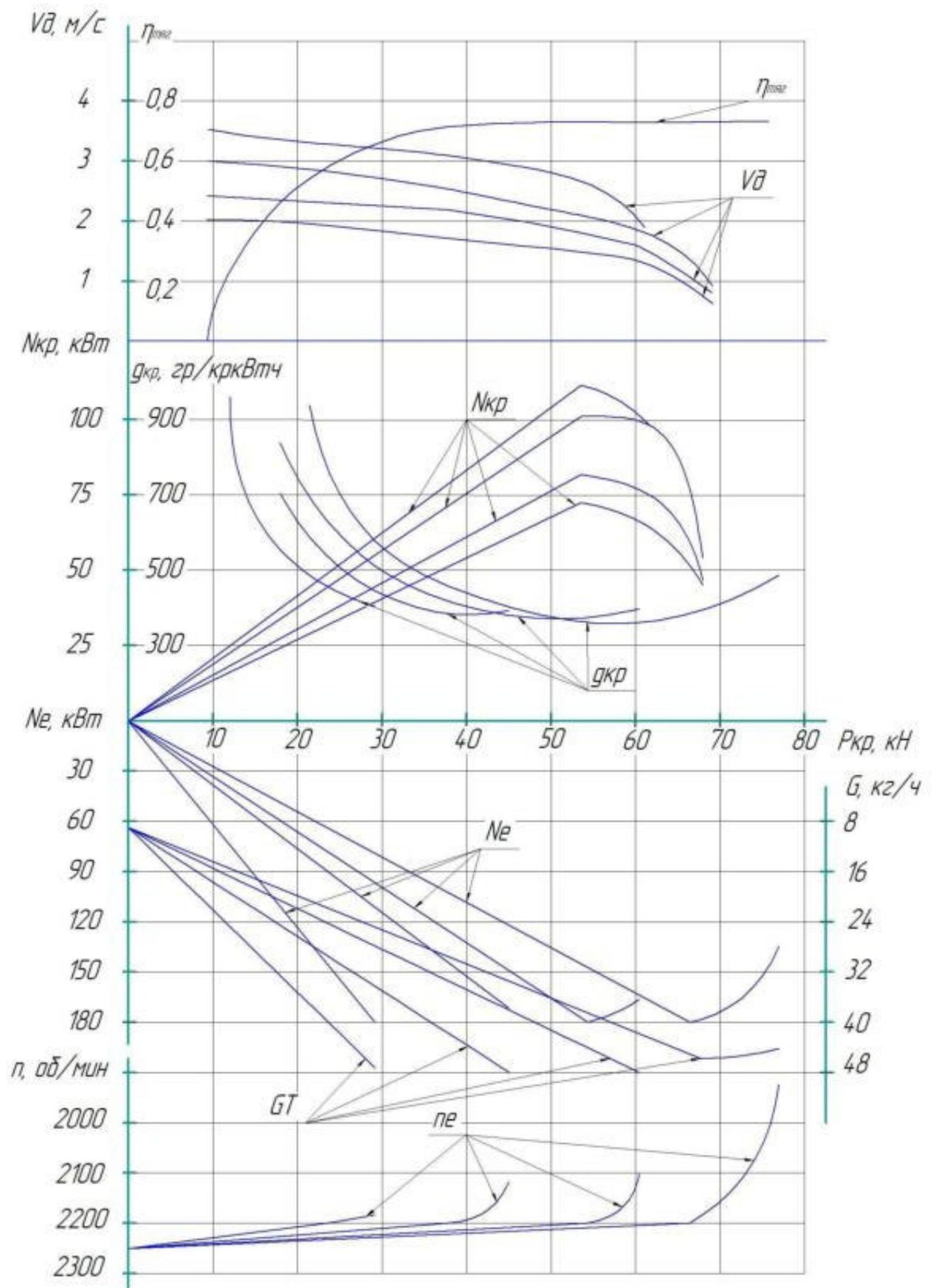


Рисунок 1.3 – Теоретическая тяговая характеристика проектируемого трактора

## 2 ЭСКИЗНАЯ КОМПОНОВКА ПРОЕКТИРУЕМОГО ТРАКТОРА

За основу проектируемого трактора был взят уже существующий трактор К-744 P1, который представлен на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Трактор К-744 P1

Трактор К-744 является последним поколением легендарного «Кировца», сегодня выпускаемого на Петербургском тракторном заводе (дочка «Кировского тракторного завода»). Модель отличается от предшественников большим комфортом, современным дизайном и повышенным функционалом. Трактор относится к 5-ому тяговому классу. Используется модель, преимущественно, в сельском хозяйстве. Однако на тракторе можно работать с прицепным инструментом и навесным оборудованием, что существенно расширяет границы его применения, делая из «Кировца» многофункциональный тяговый агрегат [7,8].

Первый трактор линейки 744 появился почти 25 лет назад. Тогда на Петербургском тракторном заводе решили заменить морально устаревшие на тот момент версии К-700 и К-701. В итоге появилось четвертое поколение марки «Кировец». Серию также активно экспортировали в Европу. Это потребовало существенной модернизации, поскольку строгим нормам безопасности, действующим в Старом Свете, К-744 не соответствовал.

За основу модели взяли передовой К-701М, пользовавшийся огромной популярностью в стране. Конечная модификация претерпела множество изменений в сравнении с базой. Интерес к продукции вскоре проявила немецкая сторона. В результате совместной деятельности появился принципиально новый вариант, отличающийся серией улучшений: привлекательным дизайном, передовым гидрораспределителем BOSCH, большими тяговыми показателями, каркасом безопасности, дистанционным переключением режимов КП, гидрорулем, доработанной кабиной и легкостью в управлении.

Дебютные К-744 были признаны мощнейшими тракторами в мире и лучшими в классе. Благодаря отменным эксплуатационным характеристикам и дешевизне техника заслужила признание и в Европе. «Кировец-744» и сейчас пользуется спросом у фермеров Запада.

Применяемость модели в сельскохозяйственном секторе удалось заметно увеличить благодаря установке парных колес, заметно сокращающих удельное давление на почву. При большой массе широкая «опора» позволяла снизить нагрузку на грунт и увеличить проходимость техники в заболоченных и зыбких районах [7].

В 2000-ом году отечественные конструкторы разработали пятое поколение данной модели, адаптированное под российские реалии. Трактор стал одной из наиболее покупаемых сельхозмашин в стране.

Спустя два года Петербургский тракторный завод провел рестайлинг модели, увеличив комфорт и производительность. Обслуживание К-744 стало более удобным.

Сейчас серия состоит из 4-х моделей, отличающихся, главным образом, типом двигателя.

#### **Технические характеристики**

- К-744 комплектовался двигателем Ярославского завода марки «ЯМЗ-238НД4» мощностью 250 «лошадей».

- Модель имела удельный расход топлива 162 г/л.с. в час, объем топливного бака — 640 литров.
- Диапазон скоростей техники составлял 4,5-28,8 км/час.
- Трактор получил следующие габаритные размеры: длину — 7050 мм, высоту — 3690 мм, ширину — 2875 мм.
- База модели равнялась 320 мм, масса — 13400 кг.

#### **Двигатель и модификации**

Модификации «Кировца-744» отличались типом установленного двигателя. Так, базовая версия получила мотор «ЯМЗ-238НД4», а модели К-744Р и К-744Р1 обзавелись агрегатом «ЯМЗ-238НД5». Оба варианта выпускал ярославский «Автодизель», ставший основным поставщиком российских дизельных двигателей. Для моторов данного производителя были свойственны высокий моторесурс (до 12000 моточасов), простота обслуживания и ремонта и экономичность при эксплуатации в различных условиях. Версия К-744Р2 также получила ярославский двигатель.

Отличительными особенностями продуктов «Автодизеля» стали встроенные водомасляные радиаторы для охлаждения масла, 4-клапанные головки цилиндров и топливная аппаратура «Компакт-40». На тракторах с двигателем ярославского производства также устанавливался предпусковой подогреватель [7,15].

Некоторые модификации К-744 получили иностранные моторы Mercedes-Benz:

1. В трактор К-744 Р2М устанавливали 354-сильный двигатель, в К-744Р3М – 401-сильный агрегат.
2. Модель К-744Р3М обзавелась 6-цилиндровым рядным турбодизелем OM 457 LA с электронной функцией впрыска от Daimler AG (мощность 428 «лошадей»).

Данные версии отличали большой крутящий момент, надежность и высокая мощность.

## Устройство

Механическая коробка передач К-744 поддерживает 16 передних и 8 задних скоростей. Эффективное использование скоростей достигается благодаря рациональной разбивке их внутри каждого диапазона. Главным элементом, определяющим преимущества данного КП, является ведущий вал. Надежная передача крутящего момента от мотора к мостам поддерживается посредством фрикционов с сульфидированными дисками. В К-744 в отличие от иностранных аналогов коробка передач переключается под нагрузкой, без разрыва мощности и без нажатия на педаль. Этому способствует уникальная гидросистема КП, гидроаккумулятор и механизм переключения, контролирующее давление во фрикционе.

В ведущих мостах для сокращения неравномерности нагрузки увеличена точность зубчатых венцов на шестернях передач, сами они сделаны из легированных сталей с повышенными механическими свойствами [18].

В «базе» отдельных модификаций К-744 поставляется 3-точечная навеска и ВОМ с разным числом шлицев различного диаметра. Это позволяет агрегировать технику с множеством устройств и орудий.

Для повышения сцепления колес модели с грунтом на полурамах установлены дополнительные грузы. Система сдвигания колес минимизирует давление на почву.

К 744 располагает двумя ведущими мостами (задний при желании можно отключить). Запчасти к «Кировцу-744» выделяются дешевизной и надежностью.

Эргономика кабины отличается большой продуманностью. Доступ к элементам управления значительно облегчен, а сиденье оператора имеет хорошее расположение. В кабине присутствуют передовые системы отопления и кондиционирования, создающие комфортные условия. Безопасность оператора соответствует мировым стандартам. Сама кабина

является вибро- и шумоизолированной и располагается высоко над землей, благодаря чему водитель получает прекрасный обзор [19].

Эскизная компоновка проектируемого трактора приведена на рисунках 2.2, 2.3.

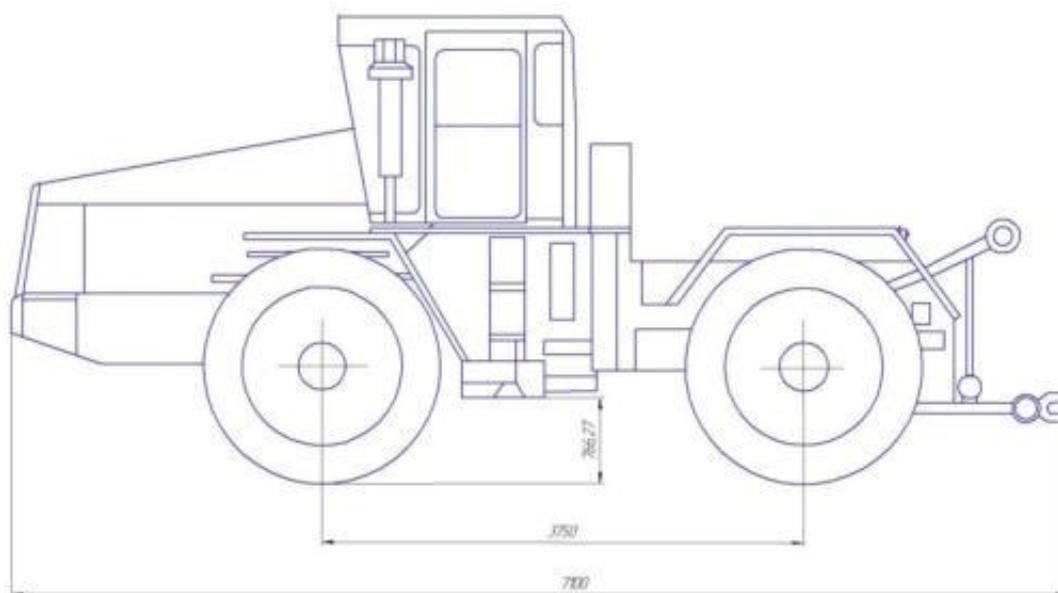


Рисунок 2.2 – Эскизная компоновка проектируемого трактора, вид слева

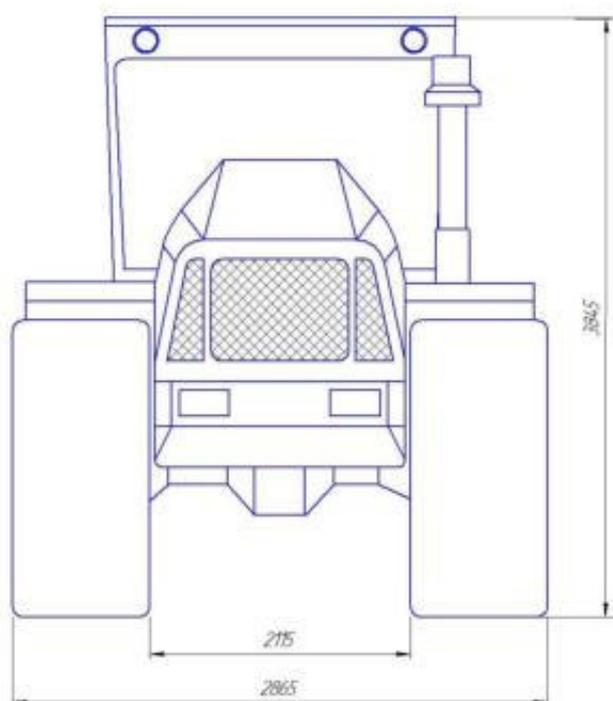


Рисунок 2.3 – Эскизная компоновка проектируемого трактора, вид спереди

## 3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

### 3.1 Патентный поиск

В современном сельском хозяйстве все чаще и чаще прибегают к использованию энергонасыщенных тракторов. При этом вес машины играет очень большую роль в земледелии. С целью исключения негативного явления для колесных тракторов наиболее простое и легко осуществимое решение совершенствования движителей является сдвигание колес при одновременном снижении давления воздуха в шинах до  $0,8—0,9$  кг/см<sup>2</sup>. Установка сдвоенных колес без изменения конструкции трактора, придает ему совершенно новые эксплуатационные качества.

Применение спаренных шин снижает удельное давление на почву, что в 1,5–2 раза уменьшает степень уплотнения по следу трактора, повышает проходимость агрегатов при повышенной влажности и увеличивает их тяговое усилие. Это особенно важно в ранние сроки проведения весенне-полевых работ при высоком содержании почвенной влаги.

Ученые проанализировали системы обработки почвы и пришли к выводу, что колеса трактора влияют на урожайность. Исследователи рекомендуют использовать сдвоенные колеса трактора при обработке почвы. Исходя из результатов научных экспериментов, ходовая система тяжелой техники по обработке пагубно влияет на почву: увеличивается ее плотность, а поглотительная способность уменьшается. Как следствие урожайность снижается до 30%.

Сдвоенные колеса увеличивают общую площадь соприкосновения шин с почвой. При правильно подобранном давлении воздуха в шинах сдвоенных колес, общий вес машины распределяется на большую площадь соприкосновения шин с почвой. Следствием этого является отсутствие глубоких следов от колес и отсутствие переуплотнения почвы. Кроме того, увеличивается тяговое усилие за счет лучшего сцепления протекторов шин с почвой.

Двойные шины находят свое применение при культивации почвы, и особенно при предпосевной обработке почвы. Дополнительные колеса позволяют еще более снизить давление в шинах, а соответственно и давление на почву. При применении двойных колес трактор остается универсальной машиной, которую можно применять при вспашке, или транспортных работах на дорогах общего пользования

Следует иметь в виду, что при работе трактора со сдвоенными шинами давление воздуха в дополнительных шинах должно быть на 0,02 МПа меньше, чем в шинах основных колес.

Как показали испытания, применение сдвоенных колес снижает их буксование на 20...36 %, расход топлива до 15% и повышает производительность тракторного агрегата до 15 %.

Снижение влияния уплотняющего воздействия движителей сельскохозяйственной техники на почву возможно по трем направлениям:

1. Технологическому, заключающемуся в совершенствовании технологии возделывания сельскохозяйственных культур, включая уменьшение числа проходов (особенно при неблагоприятном состоянии почвы): выбор рациональных маршрутов движения агрегатов, применение комбинированных и широкозахватных агрегатов, минимальную обработку почвы, использование постоянной технологической колеи и мостовой системы земледелия, использование перегрузочной технологии при взаимодействии агрегатов с транспортными средствами, ограничение использования тяжелых колесных тракторов на влажной почве.

2. Агротехническому, заключающемуся в повышении способности почвы противостоять уплотняющим и сдвигающим нагрузкам благодаря внесению большого количества органических удобрений и ограничению применения химических средств защиты растений, выполнению полевых работ в лучшие агротехнические сроки, а также подразумевающему качественное выполнение почвообрабатывающих операций, включая

дополнительное рыхление почвы за колесами тракторов при чрезмерном ее уплотнении и рыхление подпахотных слоев почвы.

3. Конструктивному, заключающемуся в совершенствовании тракторов, сельскохозяйственных машин и их двигателей, в уменьшении эксплуатационной массы тракторов и сельскохозяйственных машин, в применении дополнительных колес или мостов у тракторов, сельскохозяйственных машин и прицепов, а также почвообрабатывающих машин с рабочими органами - двигателями (фрезы, ротационными игольчатыми рыхлителями и т.п.).

Остановимся подробнее на третьем направлении. Одним из наиболее рациональных способов снижения вредного воздействия двигателей на почву является применение гусеничных тракторов вместо колесных, особенно на влажной и рыхлой почве при культивации, бороновании и посевах. Однако известные недостатки гусеничных тракторов (тихоходность, большая металлоемкость, меньшая универсальность и долговечность, худшие условия труда, нецелесообразность использования на дорогах с твердым покрытием) привели к тому, что их удельный вес в мировом масштабе снижается. Выпускаемые рядом зарубежных фирм гусеничные тракторы с эластичными резинокордами или резиноармированными гусеницами (например, американский трактор «Challenger») дали обнадеживающие результаты по уплотнению почвы: среднее удельное давление - 45 кПа, транспортная скорость движения - до 40 км/ч и буксование двигателей 4-5% при максимуме тягового КПД. Применение полугусеничного хода на колесных тракторах также обеспечивает существенное снижение уплотнения рыхлых и влажных почв, но широкого использования этого способа не наблюдается. У гусеничных тракторов снижение уплотнения почвы достигается увеличением площади опорной поверхности, увеличением числа опорных катков (до пяти-шести вместо четырех у тракторов класса 3), применением резиноармированных гусениц (РАГ) по типу «Challenger» и металлокерамических гусениц с упругими

башмаками.

У колесных тракторов снижения уплотнения почвы можно достичь за счет сдваивания колес (большинство зарубежных фирм выпускают такие тракторы, на многих новых отечественных тракторах также предусматривается сдваивание колес), уменьшения давления воздуха в шинах до допустимого по грузоподъемности шин предела, установки широкопрофильных или арочных шин, подсоединения к трактору 4К46 дополнительного модуля с двумя ведущими колесами, превращающего трактор в МЭС с колесной формулой 6К6.

В последние годы для колесных машин создаются и исследуются шины повышенной несущей способности, шины со сниженным (до 50.60 кПа) и сверхнизким (до 20.40 кПа) давлением, а также быстросъемные полугусеничные модули с использованием резиноармированных гусениц.

Одним из вариантов снижения уплотняющего воздействия на почву колесного движителя является применение при химической обработке посевных площадей транспорт-но-технологического средства типа ТТС-70, имеющего сверхнизкое давление и небольшую собственную массу. Его колесная формула 6К6, грузоподъемность бункера на разбрасывании удобрений - 600 кг, а вместимость бака опрыскивателя - 400 л, рабочая ширина захвата - 20 м, рабочая скорость движения 20.45 км/ч, транспортная скорость - до 60 км/ч.

С середины 50-х годов начались исследования по альтернативным движителям - шагающим опорным механизмам (США, Япония, СССР). На Всесоюзной конференции по шагающим машинам в 1988 г. было заслушано более 100 докладов по этой новой проблеме. Перенос опорных башмаков производился за счет их возвратно-поступательных и качательных движений, к сожалению это приводит к повышенным инерционным нагрузкам и непроизводительным затратам на разгон-торможение во время холостого хода, скорость выше 5.7 км/ч не допустима из-за высокой виброактивности, сложного привода и управления.

В последние годы исследуются шагающие механизмы с использованием нового принципа - вращательного переноса башмаков. Такие механизмы могут быть установлены на выпускаемых машинах без изменения трансмиссии и обеспечивают их перемещение на рабочих скоростях без ухудшения условий труда оператора. Преимущество шагающего движителя по сравнению с колесным и гусеничным: больше сила тяги в 1,5-1,8 раза (при одинаковой нагрузке), повышенная проходимость на переувлажненных участках, меньше потери на самопередвижение из-за уменьшения работы на образование колес за счет ее дискретности (наличие башмаков), меньшая вероятность водной эрозии (почва между следами башмаков не деформируется, что особенно важно на склонах), способность преодолевать препятствия высотой до 0,5 диаметра эквивалентного колеса.

Известно, что на универсально-пропашных тракторах МТЗ-82 с целью повышения тяговых качеств и долговечности шин рекомендуется при работе на пахоте и мягких грунтах устанавливать давление в передних шинах 0,14 МПа, задних — 0,1 МПа, при работе с тяжелыми навесными орудиями — в шинах передних колес — 0,25 МПа, задних — 0,16 МПа, на большинстве остальных операций в шинах передних и задних колес — 0,14 МПа. Для трактора МТЗ-80 рекомендуются свои уровни давлений воздуха в шинах передних и задних колес.

Однако выполнение этих рекомендаций на практике сопряжено с большой трудоемкостью.

Исследованиями установлено, что при неизменном давлении воздуха с увеличением износа протектора от нуля до 90% длина пятна контактирования и радиальная деформация шины при сосредоточенной нагрузке снижает на 10 - 15%, что вносит погрешность в результаты измерения в таком же размере.

Большой точностью обладают устройства, в которых измеряется боковая деформация шины, так как она почти не зависит от степени износа протектора.

Известно устройство для проверки давления воздуха в шинах, содержащее силовой цилиндр со штоком и с укрепленным на последнем посредством упругого элемента, наконечником, взаимодействующим с боковиной шины, измеритель деформации боковины шины с датчиком линейных перемещений и преобразователем перемещений в электрический сигнал, причем преобразователь снабжен электро контактным выключателем, установленным на упомянутом наконечнике.

Также существуют системы централизованного изменения давления воздуха в шинах полно приводных автомобилей, содержащие источник сжатого воздуха, ресивер, клапан ограничения падения давления в ресивере, воздухопроводы, кран управления, блок шинных кранов, контрольный манометр и запорные краны .

Недостатком указанной системы является последовательное регулирование давления воздуха в шинах колес, что значительно увеличивает время установки необходимого уровня давления. Кроме того, применяемые воздухопроводы не позволяют изменять ширину колеи, что необходимо, например, при работе трактора в междурядьях различной ширины.

Наиболее близким системе по технической сути является устройство для централизованного регулирования давления воздуха в шинах транспортного средства, содержащее источник давления воздуха, регулятор давления с рукояткой управления и задающим элементом, пневматические краны с диафрагменными устройствами обратной связи и пружинными золотниками, регулируемые подпружиненные клапаны сброса давления и запорные краны, связанные воздухопроводами с шинами колес .

Это устройство позволяет одновременно изменять давление воздуха в шинах всех колес до одинаковой величины. Однако на практике, как указывалось выше, часто требуется установка различных уровней давления в шинах разных мостов, что в данном устройстве затруднительно. Как и в предыдущей системе конструкция воздухопроводов не обеспечивает

возможность регулирования ширины колеи. Кроме того, система не позволяет быстро обнаружить контур, имеющий утечки воздуха.

В устройстве для централизованного регулирования давления воздуха в шинах транспортного средства содержатся источник давления воздуха, регулятор давления с рукояткой управления и задающим элементом, пневматические краны с диафрагменными устройствами обратной связи и пружинными золотниками, регулируемые подпружиненные клапаны сброса давления и запорные краны, связанные воздухопроводами с шинами колес, задающий элемент выполнен в виде ползуна, снабженного отдельными профильными поверхностями для каждого из золотников пневматических кранов. При этом пружины золотников снабжены толкателями, взаимодействующими с указанными поверхностями ползуна, а пружины клапанов сброса давления установлены с возможностью взаимодействия с торцевой поверхностью ползуна. Причем по меньшей мере одна из последних указанных пружин снабжена ограничителем хода в направлении сброса давления.

Регулятор давления предназначен для автоматического регулирования в заданных пределах давления в пневмо системе, отделения и автоматического удаления воды, масла и механических примесей из воздуха, подаваемого компрессором в систему, предохранения пневмо системы от чрезмерного повышения давления в ней, а также для отбора воздуха для накачивания шин.

Кроме того, пневматические краны снабжены электрическими сигнализаторами их открытого положения.

При этом, воздухопроводы выполнены телескопическими с возможностью увеличения их длины при расширении колеи транспортного средства.

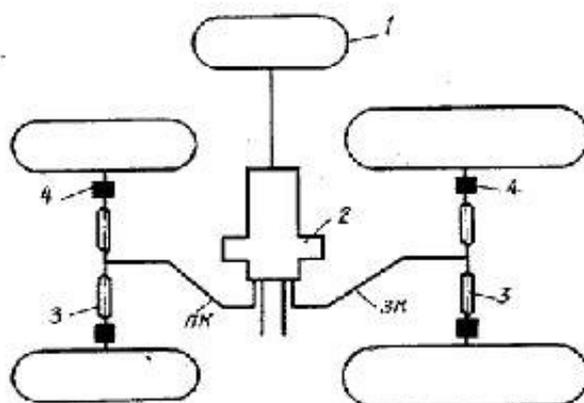


Рисунок 3.1 - Схематическое изображение устройства

1 - компрессор; 2 - регулятор давления; 3 - воздух опроводам телескопического типа; 4 - запорные краны

Таким образом, подбирая конфигурацию задающего элемента, можно обеспечить необходимую настройку кранов и клапанов сброса давления воздуха, что позволяет получать необходимое число ступеней регулирования давления.

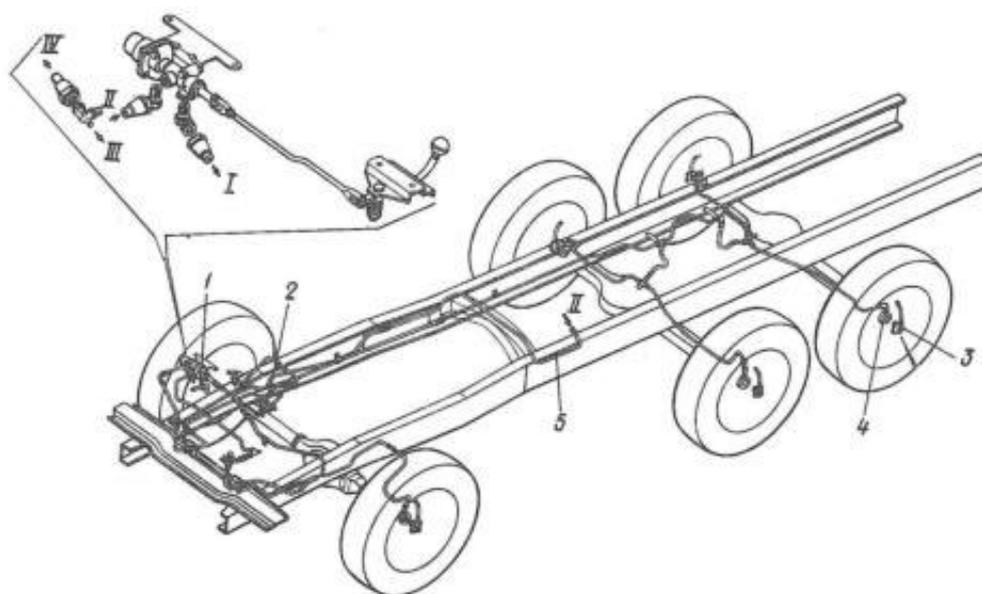
Применение предлагаемой полуавтоматической системы позволяет снизить трудоемкость обслуживания ходовой части.

Применение предлагаемой полуавтоматической системы позволяет снизить трудоемкость обслуживания ходовой части на 40-50% , повысить долговечность шин, улучшить тягово-экономические показатели трактора.

Данные конструкции в настоящее время в основном используются на вездеходах и на военной технике.

**Система регулировки давления воздуха в шинах** показана на примере автомобиля 5350 (рисунок 3.2). Система предназначена для повышения проходимости автомобиля на трудных участках дороги путем снижения давления воздуха в шинах: в случае прокола она позволяет кратковременно продолжать движение до базы без замены колеса при условии, что подача компрессора может восполнить утечку воздуха из поврежденной шины.

Система управляется из кабины водителя, что позволяет постоянно контролировать давление воздуха в шинах по манометру, расположенному в кабине, и поддерживать давление в пределах нормы.



**Рисунок 3.2 - Система регулировки давления воздуха в шинах:**

1 - кран управления давлением, 2 - рычаг крана управления давлением, 3 - кран запора воздуха, 4 - головка подвода воздуха, 5 - трубка подвода воздуха;

I - вывод в окружающую среду, II - подвод воздуха от тройного защитного клапана, III - вывод к манометру, IV - вывод в систему.

**Таблица 3.1 – рекомендуемые давления в шинах и скорость для КАМАЗА**

Виды дорог	Давление в шинах, кПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Максимальная скорость, км/ч	Максимальный пробег в течение гарантийного срока, км
Тяжелые участки: -заболоченной местности, -снежной целины, -сыпучих песков	78,4 (0,8)	15	600
	108 (1,1)	25	800
	196 (2,0)	30	1400
Дороги всех типов, только на период подкачки шин после тяжелых участков	от 108-196 (1,1-2,0) до номинального значения	40	1400

### 3.2 Устройство и принцип работы конструкции

Конструкция разрабатываемая мною, представляет собой пневмосистему, работающую от стандартного компрессора и ресивера. Схема работы системы показана на рисунке 2

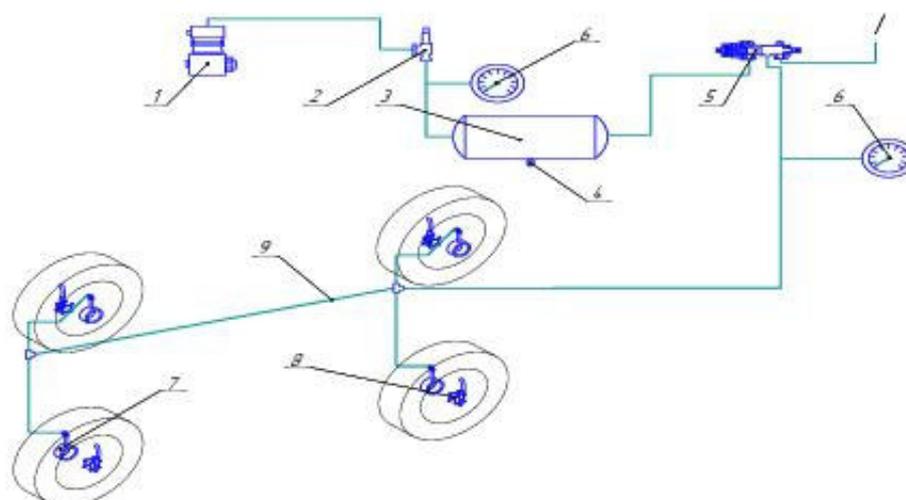


Рисунок 3.3 – Схема работы устройства для подкачки колёс трактора К-744 Р1

- 1 – компрессор, 2 – предохранительный клапан,
- 3 – ресивер, 4 – абсорбер, 5 – кран управления давлением, 6 – манометр,
- 7 – головка подвода воздуха, 8 – кран запора воздуха.

### 3.3 Обоснование схемы новой конструкции

Мы предлагаем установить конструкцию для подкачки колес на трактор К-744 Р1.

Данная конструкция предназначена в первую очередь для установки оптимального давления в шинах, также она позволяет при незначительном проколе добраться до места ремонта. Окупаемость конструкции очень быстрая.

Предлагаемая конструкция относится к одной из ведущих отраслей машиностроения – автомобильной промышленности.

Цель работы – уменьшение суммарных энергозатрат, путём установки оптимального давления в шинах трактора К-744 Р1.

**Краткая техническая характеристика проектируемого фильтра**

-масса конструкции: кг	38,2;
-тип привода компрессора: от коленвала	
-производительность компрессора, л/мин	270;
-потребляемая мощность: кВт	2,45;

Кран управлением давлением в шинах ограничивает падение давления в пневмосистеме ниже 550 кПа (5,5 кгс/см<sup>2</sup>)

Техническое обслуживание системы заключается в проверке ее герметичности. Места большой утечки определяйте на слух, места слабой утечки — мыльной эмульсией.

Утечки воздуха через соединения устраните подтягиванием или заменой отдельного элемента соединения.

Если кран управления давлением, колесные краны и соединения трубопроводов при проверке оказались герметичными, следовательно утечка происходит через манжеты подвода воздуха. При большой утечке манжеты замените.

### 3.4 Подбор объема ресивера

Для более точного вычисления необходимого объема ресивера, можно использовать следующую формулу:

$$V_R = \frac{V' \times 60 \times \left[ \frac{L_B}{V'} - \left( \frac{L_B}{V'} \right)^2 \right]}{A1 \times (p_{\max} - p_{\min})} \quad (3.1)$$

где  $V_R$  — объем воздушного ресивера, м<sup>3</sup>;

$V'$  — эффективная производительность компрессора, м<sup>3</sup>/мин;

$L_B$  — расход сжатого воздуха, м<sup>3</sup>/мин;

$A1$  — число допустимых циклов вкл/выкл двигателя, ч<sup>-1</sup>;

$p_{\max}$  — давление выключения компрессора, бар;

$p_{\min}$  — давление включения компрессора, бар.

$$V'_{\text{раб}} = A \times S \times n \times c \quad (3.2)$$

где  $V'_{\text{раб}}$  — рабочий объемный расход (по всасыванию), л/мин;

A - площадь цилиндра,  $\text{дм}^2$ ;

s - ход поршня,  $\text{дм}$ ;

n - число ходов поршня, 1/мин;

c - количество цилиндров.

$$V'_{\text{раб}} = 0,664424 \times 0,46 \times 2000 \times 1 = 0,61127 \text{ м}^3 / \text{мин}.$$

$$V_R = \frac{0,373 \times 60 \times \left[ \frac{0,61127}{0,373} - \left( \frac{0,61127}{0,373} \right)^2 \right]}{30 \times (8 - 7)} = 0,781 \text{ м}^3$$

Данные для расчётов были использованы таблицы и формулы с сайтов:

- <http://www.compressor-kamaz.ru/php/53205-3509015.php>
- <http://www.compressorcompany.ru/resiver.html>.

### 3.5 Расчет деталей, узлов конструкции

#### Расчет сварочного соединения

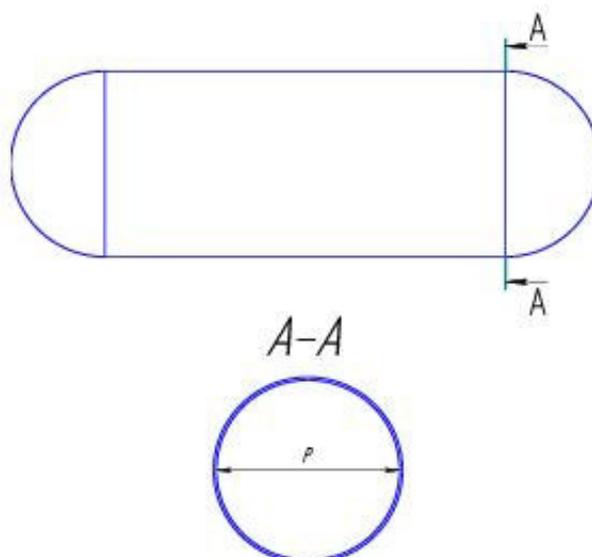


Рисунок 3.4 – Изображение сварного шва на ресивере и действие давления P на сварной шов

Определение допустимого усилия для растяжения:

$$[P] = [\tau'_\phi] \cdot 0,7 \cdot \kappa \cdot e, \quad (3.3)$$

где  $[\tau'_\phi]$  – допускаемое напряжение для сварного шва на срез, Н/см<sup>2</sup>;

$\kappa$  – катет шва;

$e$  – длина шва,  $e=16$  см.

$$[\tau'_\phi] = 0,6[\sigma_p], \quad (3.4)$$

где  $[\sigma_p]$  – допускаемое напряжение на растяжение, Н/см<sup>2</sup>;

$$[\sigma_p] = 9000 \text{ Н/см}^2;$$

$$[\tau'_\phi] = 0,6 \cdot 9000 = 5400 \text{ Н/см}^2;$$

$$[P] = 5400 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 16 = 48384 \text{ Н}$$

#### Определение усилия растяжения

$$\sigma_p = 0,6[\sigma_p], \quad (3.5)$$

где  $l$  – внешний обхват, м.

$$P = \frac{2 \cdot 50 \cdot 1000}{160} = 2625,34 \text{ Н,}$$

$$\text{Итак: } P < [P]$$

2625,34 < 2822,4 Условие выполняется.

### 3.6 Расчет болтового соединения для крана управления давлением

#### в шинах

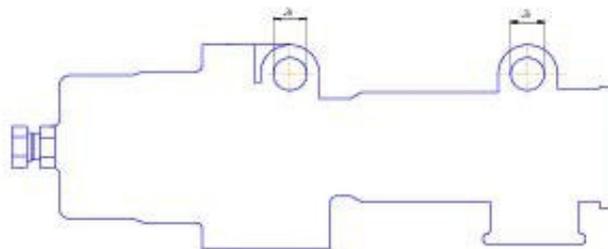


Рисунок 3.5 – Схема расположения болтового соединения на кране управления давлением

#### Расчет болтов на растяжение

Полное усилие, растягивающее болт определяем исходя из массы крана управления давлением. Масса крана равна 3,2 кг. Следовательно, усилие  $P=32Н$ , требуется 2 болта. Отсюда усилие на один болт составит 16 Н.

Внутренний диаметр резьбы болта рассчитывается по формуле:

$$d = 1,31 \times \sqrt{\frac{P}{[\sigma]_p}}, \quad (3.6)$$

где  $P$  - полное усилие, растягивающее болт, Н;

$[\sigma]_p$  - допускаемое напряжение на растяжение материала болта, МПа.

Определим допускаемое напряжение на растяжение материала болта по формуле:

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_T}{S}, \quad (3.7)$$

\*где  $\sigma_T$  - предел текучести болтов, МПа ( $\sigma_T=300$  МПа);

$S$  - коэффициент безопасности ( $S=1,5..2,0$ ).

Итак,

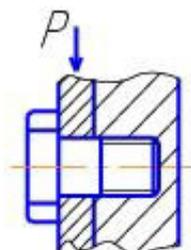
$$[\sigma]_p = \frac{300}{2} = 150 \text{ МПа}.$$

Таким образом, внутренний диаметр резьбы болта будет равен:

$$d = 1,31 \cdot \sqrt{\frac{16}{150}} = 8,31$$

Принимаем диаметр болта равным 8 мм.

**Расчет болтов на срез при нагружении в плоскости стыка**



Потребная сила затяжки болта рассчитывается по формуле:

$$F_{\text{зам}} = \frac{S \cdot Q}{i \cdot f}, \quad (3.8)$$

где  $Q$  - расчетная сдвигающая сила, приходящаяся на нагруженный болт, Н ( $Q=1500$  Н);

$S$  - запас сцепления (во избежание сдвигов в пределах зазоров между болтами и отверстиями  $S \geq 1,5 \dots 2,0$ );

$i$  - число стыков стягиваемых болтами;

$f$  - коэффициент трения ( $f=0,2$ ).

Итак,

$$F_{\text{зам}} = \frac{32 \cdot 2}{1 \cdot 0,2} = 320 \text{ Н}.$$

Допустимое напряжение среза определяется по формуле:

$$[\tau]_{\text{ср}} = (0,2 \dots 0,3) \times \sigma_T, \quad (3.10)$$

где  $\sigma_T$  - предел текучести, МПа ( $\sigma_T = 300$  МПа).

Тогда

$$[\tau]_{\text{ср}} = (0,2 \cdot 300) = 60 \text{ МПа},$$

Таким образом

$$Q \leq \frac{3,14 \cdot 0,008^2}{4} \cdot 1 \cdot 60 \cdot 10^6 = 3014,4 \text{ Н}.$$

$32 \leq 3014,4$  – условие выполняется.

## 4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Каждая деталь изготавливается с минимальными трудовыми и материальными затратами. Эти затраты можно сократить в значительной степени от правильного выбора варианта технологического процесса его оснащения, решение оптимальных режимов обработки и правильной подготовки производства. На правильность изготовления детали влияет технологические свойства детали. Их можно разделить на, качественную технологичность и количественную технологичность [8].

При обработке на технологичность конструкции детали необходимо:

1. Рассчитать показатели технологичности конструкции
2. Определить показатели уровня технологичности детали
3. Разработать рекомендации по улучшению показателей технологичности
4. Обеспечить технологичность конструкции детали путем внесения изменений

Количественную оценку технологичности конструкции детали можно произвести по следующим коэффициентам:

### 4.1 Коэффициент унификации конструктивных элементов детали

$$K_{y.э.} = Q_{э.у.} / Q_э, \quad (4.1)$$

где  $Q_{э.у.}$  - число унифицированных элементов детали

$Q_э$  - общее число конструктивных деталей

$$Q_{э.у.} = 18$$

$$Q_э = 20$$

$$K_{y.э.} = 18 / 20 = 0.8$$

По нормам ЕСТП  $K_{y.э.} \geq 0.61$ . Так как условие выполняется, то деталь “Пробки” технологична по унифицированным элементам.

Коэффициент использования материала [13]:

$$K_{.M} = G_{Д} / G_{З}, \quad (4.2)$$

где  $G_{Д}$  – масса детали по чертежу, кг

$G_{З}$  – масса материала заготовки, кг

$$K_{И.М} = 0.58/0.7 = 0.82$$

По нормам ЕСТПШ  $K_{И.М} > 0.75$ . Деталь технологична так как условие выполняется. Коэффициент точности обработки детали [13,16].

$$K_{Т.Ч} = Q_{Т.Ч.Н} / Q_{Т.Ч.О} = 1 - 1/A_{СР}, \quad (4.3)$$

$$A_{СР} = \sum A^* n_i / \sum^* n_i, \quad (4.4)$$

где  $A_{СР}$  – средний квалитет точности

$n_i$  – число размеров соответствующего квалитета

$$A_{СР} = 25 + 30 + 10 + 12 + 15 + 17 + 150 + 320 / 60 = 10.36$$

$$K_{Т.Ч} = 1 - 1/10.36 = 0.9$$

По нормам ЕСТПШ  $K_{Т.Ч} < 0.97$ . Требования выполняется, значит деталь технологична.

#### 4.2 Качественная технологичность детали

Технические требования чертежа указывает на необходимость введения операции термической обработки, отливки перед механической обработкой.

Наибольшую точность обработки требуют поверхности  $\varnothing 12$  имеющие ограничения по точности формы и взаимного расположения поверхностей детали.

Проанализируем последовательно эти требования с точки зрения их обоснованности и соответствия служебному назначению детали.

1. Термическая обработка: необходима для снятия внутренних напряжений. Штамповка применяется для искусственного старения что бы снять внутренние напряжения, возникающие в отливке при охлаждении и

затвердевании материала. Это обеспечивает в процессе эксплуатации детали стабильность размеров полученные после механической обработки.

2. Точность размера поверхности вала  $\varnothing 12$  мм обуславливается характером сопряжения с игольчатыми подшипниками.

3. Ограничения по отклонению от плоскости цапф обусловлены тем что рабочие плоскости в сопряжении с игольчатым подшипником.

Погрешности взаимного расположения поверхностей детали определены величиной отклонения от перпендикулярных осей. Анализ чертежа сборочной единицы, показывает что такое ограничение необходимо в противном случае в сопряжении крестовины с отверстиями карданного вала не будет обеспечен линейный контакт из-за возможного перекоса осей крестовины и отверстий карданного вала после их сборки, возможно, их взаимное защемление.

4. Заданная шероховатость  $R_a = 0.63$  поверхностей  $\varnothing 12$  мм соответствует требованиям предъявляемым к их точности [13,16].

### 4.3 Выбор вида заготовки

Способ получения заготовки должен быть наиболее экономичным при заданном объеме выпущенных деталей. От этого зависит степень расхода материала, количество операций, их трудоемкость, себестоимость, процесс изготовления детали в целом.

Учитывая выше перечисленные факторы примем для изготовления заготовки штамповку, максимально приближены размерами и формами готовой детали. Для сравнения воспользуемся примером расчета из горячекатанного проката обычной точности по ГОСТ 2590-81

#### 4.3.1 Расчет припусков на заготовку

При расчете припусков используется формула [13,16].

$$Z_{Bmin} = R_{zi-1} + T_{i-1} + P_{i-1} + E_i \quad (4.5)$$

где  $R_{z_{i-1}}$  -высота микро неровности детали полученная на предыдущим переходе МКМ;

$Z_{B_{\min}}$  -минимальный припуск на заготовку на данном переходе МКМ;

$T_{i-1}$  -глубина дефектного слоя детали полученного на предыдущим переходе;

$P_{i-1}$  -кривизна детали полученная после предыдущего перехода;

$E_{i-1}$  -погрешность установки на данном переходе;

При обработки цилиндрических симметричных деталей, формула для расчета припуска имеет вид:

$$2Z_{B_{\min}} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{P_{i-1}^2 + E_i^2}) \quad (4.6)$$

Обрабатываемая деталь имеет припуски на наибольший диаметр и наибольшею длину.

Считаем что для получения нужного качества обрабатываемой поверхности необходимо назначить операции, а) токарно - черновая б) токарно - чистовая в) шлифовальная чистовая черновая.

### Припуск на черновое обтачивание

$$2Z_{B_{\min}} = 2(R'_{z_{i-1}} + T'_{i-1} + \sqrt{P'_{i-1}{}^2 + E_i'^2}) \quad (4.7)$$

где  $R_{z_{i-1}} = 150$ ,  $T_{i-1} = 150$

Выбираем прокат обычной точности для диаметра 35 [13,16],

$$P_{i-1} = \sqrt{P_{\text{кор}}^2} + P_{\text{центр}} \quad (4.8)$$

$$P_{\text{кор}} = 5 \times 123 = 615 \text{ мкм}$$

$$P_{\text{центр}} = 0.25 \sqrt{T_{\text{сac}}^2} + 1 \quad (4.9)$$

$$P_{\text{центр}} = 0.25 \sqrt{0,9^2} + 1 = 336 \text{ мкм.}$$

Выбираем сортовой прокат по сортаменту. ГОСТ 2590-81

где  $d_{\text{аз}} = 24 \begin{smallmatrix} +0,4 \\ -0,5 \end{smallmatrix}$ ,  $T_{\text{дон}} = 0,9$ ;

$$P_{-1} = \sqrt{P_{\text{кор}}^2 + P_{\text{изентр}}^2} \quad (4.10)$$

$$P_{-1} = \sqrt{615^2 + 336^2} = 700$$

$$E_{y1} = 220 \text{ мкм.}$$

Для прутка обычной точности диаметр 24 в радиальном направлении для трех кулачкового патрона.

$$2Z_{B'_{\text{min}}} = 2(150 + 150 + \sqrt{700^2 + 220^2}) = 2068 \text{ мкм.}$$

**Припуск на чистовое обтачивание.**

$$2Z_{B''_{\text{min}}} = 2(R_{Z-1}'' + T_{i-1}'' + \sqrt{P_{i-1}''^2 + E_i''^2}) \quad (4.11)$$

Выбираем значение после обдирочной обработки проката.

$$R_Z'' = 100$$

$$T_{i-1}'' = 100$$

$$P_{-1}'' = K_Y \times P_{i-1}^1 \quad (4.12)$$

$$E_{Yi}'' = K_Y \times E_Y^i \quad (4.13)$$

$K_Y$  – коэффициент уточнения,  $K_Y = 0.06$ .

$$P_{i-1}'' = 0.06 * 700 = 42 \text{ мкм,}$$

$$E_{y1}'' = 0.06 * 220 = 13,2 \text{ мкм,}$$

$$2Z_{B''_{\text{min}}} = 2(100 + 100 + \sqrt{42^2 + 13^2}) = 488 \text{ мкм.}$$

**Определение припуска на черновое шлифование.**

$$2Z_{B'''_{\text{min}}} = 2(R_{z-1}''' + T_{i-1}''' + \sqrt{P_{i-1}'''^2 + E_i'''^2}), \quad (4.14)$$

$$K_{Z-1}''' = 50$$

$$T_{i-1}''' = 50$$

$$P_{i-1}''' = K_Y * P_{i-1}'' = 0.05 * 42 = 2,4$$

$$E_{Y-1}''' = K_Y * E_{Y-1}'' = 0.05 * 13,2 = 0,66$$

$$K_Y = 0.05 .$$

В расчетах  $K^{11}_{y1}$  не учитываем так как это малая незначительная величина

$$2Z_{b_{min}} = 2(50 + 50 + \sqrt{2,1^2}) = 208 .$$

**Определяем общий минимальный припуск**

$$2Z_{b_{min}}^{общ} = 2Z'_{b_{min}} + 2Z''_{b_{min}} + 2Z'''_{b_{min}} + 2Z''''_{b_{min}} , \quad (4.15)$$

$$2Z_{b_{min}}^{общ} = 2764 .$$

**Определяем общий номинальный припуск.**

$$2Z_{b_{min}}^{общ} = 2Z' \min H_{заз} + H_{дет} , \quad (4.16)$$

$H_{заз}$  – верхнее отклонение

Сортамент ГОСТ 2590-80

$$H_{заз} = 400 \text{ мкм}$$

$H_{дет}$  – нижнее отклонение

$$2Z_{b_{min}}^{общ} = 500 + (-100) = 400 \text{ мкм}$$

Принимаем деталь изготовлена по диаметру  $\varnothing 22$  с полем допуска  $h8$  ( $\begin{smallmatrix} 0 \\ -40 \end{smallmatrix}$ ),

$$2Z_{ен}^{ном} = 2Z_b^{общ} + H_z + H_{дет} \quad (4.17)$$

$$2Z_{ен}^{ном} = 2764 + 400 - 40 = 3124 \text{ мм.}$$

**Определение диаметра заготовки:**

$$D_{заз} = D_{ном} + 2Z_{b_{ном}} \quad (4.18)$$

$D_{ном}$  – по чертежу детали;

$$D_{заз} = 22 + 3,2 = 25,2 \text{ мм.}$$

Выбираем диаметр заготовки по сортаменту;

$$D_{заз} = 25_{-0,7}^{+0,4} \text{ мм.}$$

### 4.3.2 Расчет припусков на длину детали

Расчет припуска по формуле:

$$Z_{B_{\min}} = R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + P_{i-1} + E_{yi} \quad (4.19)$$

У детали подрезание с одной стороны на черنو а с другой стороны на чисто.

**Расчет припуска на черновое подрезание торца**

$$Z'_{B_{\min}} = R'_{Z_{i-1}} + T'_{i-1} + P'_{i-1} + E'_{yi} \quad (4.20)$$

где  $R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} = 200$  мм;

Выбираем в качестве режущего инструмента.

$$P'_{i-1} = \sqrt{P_{\text{кор}}^2 + P_{\text{цетр}}^2} \quad (4.21)$$

$$P_{\text{кор}} = \Delta_K * \mathcal{L}_{\text{газ}} \quad (4.22)$$

где  $\Delta_K = 5$  мкм;

$\Delta_K$ - удельная кривизна.

$$P_{\text{кор}} = 5 * 25 = 125.$$

$$P_{\text{цетр}} = 0.25 \sqrt{T_{\text{газ}}^2 + 1} \quad (4.23)$$

$$P_{\text{цетр}} = 0.25 \sqrt{0.5 + 1} = 280 \text{ мм};$$

$$T_{\text{газ}} = B_0 - H_0. \quad (4.24)$$

$$T_{\text{газ}} = 0.5 \text{ мм};$$

$$P'_{i-1} = \sqrt{125^2 + 280^2} = 307 \text{ мкм [13,16].}$$

**Расчет припуска на чистовое подрезание торца**

$$Z''_{B_{\min}} = R''_{Z_{i-1}} + T''_{i-1} + P''_{i-1} + E''_{yi} \quad (4.25)$$

где  $R''_{Z_{i-1}} = 100$

$T''_{i-1} = 100$ .

Выбираем отклонения после обдирочной токарной операции.

$$P''_{i-1} = K_y * P'_{i-1} \quad (4.26)$$

$$E''_y = K_y * E'_{yi} \quad (4.27)$$

где  $K_y = 0.06$  коэффициент уточнения

$$P''_{i-1} = 0.06 * 300 = 18,42 ,$$

$$E''_y = 0.06 * 150 = 9 ,$$

$$Z''_{B_{\min}} = 100 + 100 + 18,4 + 9 = 227,4 \text{ мкм.}$$

**Определяем общий минимальный припуск:**

$$Z_{B_{\min}}^{\text{общ}} = Z'_{B_{\min}} + Z''_{B_{\min}} \quad (4.28)$$

$$Z_{B_{\min}}^{\text{общ}} = 657 + 227,4 = 884,4 \text{ мкм.}$$

**Определяем номинальный припуск:**

$$2Z_{B_{\text{нод}}} = 2Z_{B_{\min}}^{\text{общ}} + H_s + H_{\delta} \quad (4.29)$$

$H_s$  – верхнее отклонение заготовки после резки .

$$H_s = 250 .$$

$$H_{\delta} = \left( \pm \frac{IT14}{2} \right) . \quad (4.30)$$

$H_{\delta}$  – нижние отклонение детали,

$$H_{\delta} = \left( \pm \frac{1000}{2} \right) = -500 .$$

$$2Z_{B_{\text{нод}}} = 2 * 884 + 250 - 500 = 1518 .$$

**Определяем длину заготовки:**

$$L_{\text{заг}} = L_{\text{дет}} + 2Z_{B_{\min}} . \quad (4.31)$$

$$L_{\text{заг}} = 123 + 2 * 1,5 = 126 \text{ мм.}$$

Принимаем  $L_{\text{заг}} 130^{+0,25}$

#### 4.4 Определение минимального расчетного значения детали

$$D_{\min} = D_{\text{черт}} + ({}^+_{-}HOD).$$

$$22 + h8({}_{-0.004}) = 21.96.$$

Определяем  $D_{\min}$  детали— $D_{\text{детали}}$  по чертежу  $h8$ .

#### 4.5 Выбор оборудования

Для токарной операции выбираем универсальный токарно-винторезный станок

Техническая характеристика токарно винторезного станка 16К-25.

Высота центров	200 мм
Максимальный диаметр обработанной заготовки	400мм
Расстояние между центрами (макс)	1400 мм
Число оборотов шпинделя	500-630-800-1000-1250-1600-2000 об/мин
Продольные подачи	0.075+4.46
Поперечные подачи	0.075+2.23
Мощность электродвигателя	10 кВт
КПД привода	0.85
Вес станка	2400 кг
Габариты	1166-1355-2785

Для сверлильной операции выбираем вертикально сверлильный станок 2Н 125.

Станок предназначен для сверления, рассверливания, зенкерования, развертывания и подрезание торцов. В инструментных, ремонтных и производственных цехах в условиях единичного производства, а так же могут быть использованы в крупно- серийном производстве.

Техническая характеристика станка 2Н 125

Высота центров	200мм
Максимальный диаметр заготовки	400мм
Расстояние между центрами	1400мм

Число оборотов шпинделя	630- 2000об/мин
Продольная подача	0,75-4,46 мм/об
Поперечная подача	0,075-2,23мм/об
Мощность электродвигателя	10КВт
КПД привода	0,85
Габариты	2785-1165-1355

#### **4.6 Разработка метода контроля детали и проектирования измерительного инструмента**

Калибрами называются бесшкальные инструменты, предназначенные для контроля размеров, формы и расположения поверхностей деталей. Наиболее часто используют для проверки гладких цилиндрических деталей предельные гладкие калибры. Они позволяют установить, находится ли проверяемый размер детали в пределах допуска, а также проверить отклонения формы детали. Такой контроль, как правило, гарантирует качественное соединение деталей с образованием стандартных посадок.

Основное достоинство предельных калибров – простота и достаточно высокая производительность контроля. Несмотря на ряд недостатков (сложность изготовления, использование дорогого материала), предельные гладкие калибры широко используют в массовом, крупносерийном и индивидуальном производствах.

При конструировании предельных гладких калибров необходимо соблюдать принцип подобия (принцип Тейлора), суть которого можно сформулировать следующим образом:

- 1) проходной калибр (ПР) контролирует отклонение размера и формы проверяемой детали, поэтому он должен иметь форму этой детали,
- 2) непроходной калибр (НЕ) контролирует отклонение размера, поэтому он должен иметь точечный контакт с проверяемой деталью.

Изделие считается годным, если погрешности размера, формы и расположения поверхностей находятся в поле допуска.

При проверке размеров изделия рабочими калибрами проходная сторона калибров должна свободно проходить под действием собственного веса или установленной нагрузки, а непроходная не должна проходить.

Построим схему расположения полей допусков всех калибров и контркалибров для посадки  $\phi 40$  по СТ СЭВ 157-75 и подсчитать их исполнительные размеры.

По СТ СЭВ 144-75 находим предельные отклонения вала:

$$EI = -80 \text{ мкм}; ES = -142 \text{ мкм}.$$

$$\text{Тогда для вала } D_{\max} = 39.92, D_{\min} = 39.858.$$

Для заданных интервалов размеров находим (мкм):

$$H = 5; \quad ;$$

С помощью схем расположения полей допусков калибров-скоб (таблица 2 ) вычисляем следующие величины:

1. Минимальный размер проходного калибра-скобы:

$$Pr_{\min} = D_{\max} - Z_1 - \frac{H_1}{2} = 39.92 - 0.013 - \frac{0.008}{2} = 39.903 \text{ ,мм}$$

2. Минимальный размер непроходного калибра-скобы [13,16]:

$$NE_{\min} = D_{\min} - \frac{H_1}{2} = 39.858 - \frac{0.008}{2} = 39.854 \text{ ,мм}$$

Можно вычислить предельные размеры контркалибров к скобам.

$$1. K - PP_{\max} = D_{\max} - Z_1 + \frac{H_p}{2} = 39.92 - 0.013 + 0.0015 = 39.9085 \text{ ,м}$$

$$2. K - I_{\max} = D_{\max} + y_1 + \frac{H_p}{2} = 39.92 + 0 + 0.0015 = 39.9215 \text{ ,м}$$

$$3. K - NE_{\max} = D_{\min} + \frac{H_p}{2} = 39.858 + 0.0015 = 39.85 \text{ ,мм}.$$

## 5 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

### 5.1 Анализ условий труда на тракторе

Для повышения работоспособности и производительности труда большое значение имеет соответствие конструкции машины (или оборудования) и организации рабочего места антропометрическим данным и физиологическим возможностям человека [3,4, 18].

Конструкция тракторов отечественного производства далеко не совершенна, и нуждается в дальнейшей модернизации. В последнее время заводами-изготовителями предпринимаются попытки улучшения условий труда водителей, путём внедрения новых технологий и разработок в производство сельскохозяйственной техники.

При работе на тракториста действуют следующие негативные факторы: повышенный уровень шума и вибрация, загрязняющие примеси в воздухе (пыль и отработавшие газы). Чтобы свести к минимуму действие этих факторов в кабине предусмотрены следующие приспособления: поддрессоренное сидение, шумоизоляция, герметизированная кабина, воздухоочиститель. Но все эти приспособления не полностью исключают действие отрицательных факторов, так как их конструкция нуждается в дальнейшей доработке.

Одним из методов снижения токсичности и дымности отработавших газов является качественная очистка топлива от загрязняющих его частиц.

Хорошо очищенное топливо при сгорании выделяет намного меньше вредных веществ, и, как следствие, уменьшается их поступление в атмосферный воздух, а вместе с ним – в воздух рабочей зоны.

Рабочая зона - это участок пространства, ограниченный зонами досягаемости рук в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Пространство, ограниченное дугой, очерчиваемой кончиками пальцев

полностью вытянутой руки, называется зоной максимальной досягаемости. Пространство, ограниченное дугой, очерчиваемой кончиками пальцев руки при её движении в локтевом суставе, называется зоной нормальной досягаемости.

В зоне нормальной досягаемости можно выполнять самые точные и очень частые движения и размещать наиболее часто используемые органы управления [3,4].

Организация рабочего места - это система мероприятий по созданию условий, необходимых для достижения высокой производительности труда, при наиболее полном использовании технических возможностей машины и оборудования, способствующих поддержанию высокой работоспособности, и сохранению здоровья человека.

В условиях сельскохозяйственного производства организация рабочих мест имеет специфические особенности и в ряде случаев весьма затруднительна.

Рациональная организация рабочих мест во многом зависит от правильности определения рабочей зоны, зон досягаемости и размещения в их пределах предметов оснащения рабочего места.

### **Техника безопасности**

**Ознакомьтесь с условными обозначениями по технике безопасности**

Это знак, предупреждающий об опасности. Наличие этого знака на машине или в тексте данного руководства предупреждает о потенциальной опасности личной травмы.



Соблюдайте рекомендуемые меры предосторожности и правила техники безопасности при эксплуатации машины.

### **Запомните предупредительные надписи**

В сочетании с этим предупредительным знаком используются предупредительные надписи «ОПАСНО!», «ОСТОРОЖНО!» или «ВНИМАНИЕ!».

О самых серьезных опасностях предупреждает надпись «ОПАСНО!».

Предупредительные надписи «ОПАСНО!» или «ОСТОРОЖНО!» располагаются около опасных объектов.

Предупреждения общего характера обозначаются надписью «ВНИМАНИЕ!». Надпись «ВНИМАНИЕ!» также используется для привлечения внимания читателя к указаниям по технике безопасности.



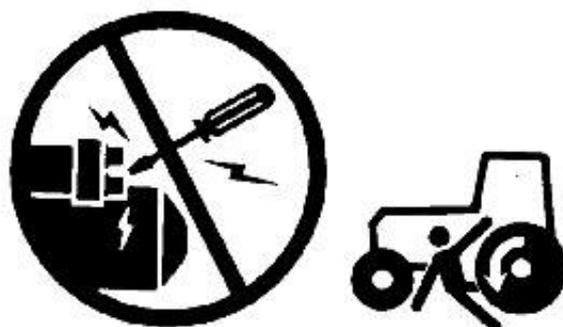
### **Не допускайте самопроизвольного движения машины**

Самопроизвольное движение машины может привести к травмам или смерти.

Не запускайте двигатель посредством короткого замыкания клемм стартера. Если замкнуть нормальную цепь пуска, машина может прийти в движение.

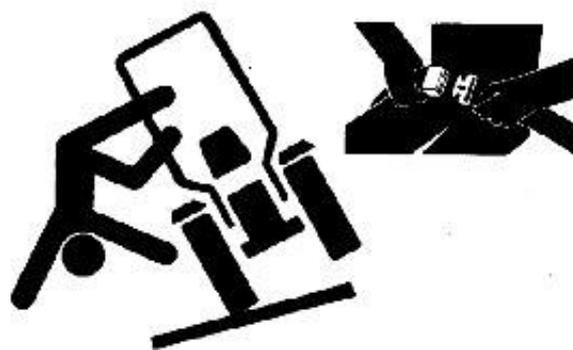
**НИКОГДА** не заводите двигатель, стоя на земле.

Заводите двигатель только с сиденья водителя, когда рычаг переключения передач находится в нейтральном или стояночном положении.



### **Правильно пристегивайте ремень безопасности**

При работе с системой защиты от опрокидывания (СЗО) или кабиной



пользуйтесь ремнями безопасности, чтобы защитить себя от травм в таких авариях, как опрокидывание машины.

Не пользуйтесь ремнем безопасности при работе без СЗО или кабины.

Если на самом ремне, его крепежных деталях, пряжке или втягивающем механизме имеются признаки повреждений, полностью замените ремень безопасности.

Проверяйте ремень безопасности и его крепежные детали не реже одного раза в год. Проверяйте ремень безопасности на отсутствие ослабших крепежных деталей или таких повреждений, как порезы, потертости, признаки интенсивного или чрезмерного износа, обесцвечивания или истирания. При замене используйте только детали, утвержденные для вашей машины. Обратитесь к обслуживающему вашу организацию дилеру компании «Джон Дир».

### **Соблюдайте правила техники безопасности при работе с трактором**

Небрежная эксплуатация трактора может привести к авариям, которых можно избежать. Обращайте внимание на возможные опасности при работе с трактором. Разберитесь в причинах аварий и принимайте все возможные меры для их предотвращения. Чаще всего аварии происходят по следующим причинам:

- Опрокидывание трактора
- Неправильные процедуры запуска
- Раздавливание и защемление во время сцепки
- Столкновения с другими транспортными средствами
- Затягивание валами отбора мощности
- Падение с трактора

Для предотвращения аварий применяйте следующие меры предосторожности

Перед тем как сойти с трактора, установите рычаг переключения передач в СТОЯНОЧНОЕ положение. Если оставить передачу включенной,

то даже при выключенном двигателе это НЕ предотвратит движения трактора. Перед запуском двигателя убедитесь в отсутствии людей возле трактора и присоединенного к нему оборудования.

Никогда не пытайтесь сесть на трактор или сойти с него на ходу.

Когда трактор остается без присмотра, установите рычаг переключения передач в **СТОЯНОЧНОЕ** положение, опустите агрегаты на землю, остановите двигатель и выньте ключ из зажигания.

Никогда не подходите близко к работающему ВОМ или агрегату.

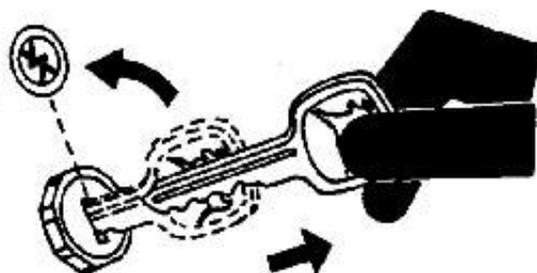
Всегда пристегивайте ремень безопасности, если трактор снабжен СЗО.

### **Остановка и парковка трактора**

Несоблюдение оператором правил техники безопасности может привести к опрокидыванию, столкновениям или самопроизвольному движению трактора, а также к раздавливанию людей машинами и агрегатами.

Во избежание подобных аварий соблюдайте следующие меры предосторожности

- подавайте сигналы перед остановкой, поворотом или замедлением движения на дорогах общественного пользования;
- перед остановкой отведите трактор к обочине дороги;
- замедляйте движение перед торможением;
- при остановке на скользкой дороге прокачайте тормоза;
- будьте осторожны при буксировке тяжелых грузов и остановках с ними;
- установите рычаг переключения передач в **СТОЯНОЧНОЕ** положение или включите стояночный тормоз;
- перед тем, как сойти с трактора, опустите все оборудование на землю;
- выключите все СКК;



- выведите ВОМ из зацепления;
- выньте ключ из зажигания.

### **Не перевозите пассажиров на машине**

На машине разрешается находиться только ее водителю. Не перевозите пассажиров.

Пассажир может получить травму от удара посторонним предметом или при падении с машины.

Кроме того, пассажиры загораживают обзор оператору, что приводит к опасному режиму эксплуатации машины.



Соблюдайте правила безопасности при обращении с топливом— избегайте пожаров.

Осторожно обращайтесь с топливом – оно огнеопасно. Во время заправки машины не курите возле нее и не ставьте ее вблизи открытого пламени или искр.

Всегда останавливайте двигатель перед заправкой машины. Заливайте топливный бак вне помещения.

Во избежание пожаров не допускайте скопления в машине мусора, смазки и грязи. Всегда вытирайте пролитое топливо.

**Соблюдайте правила безопасности при обращении с топливом— избегайте пожаров**

Осторожно обращайтесь с топливом – оно огнеопасно. Во время заправки машины не курите возле нее и не ставьте ее вблизи открытого пламени или искр.



Всегда останавливайте двигатель перед заправкой машины. Заливайте топливный бак вне помещения.

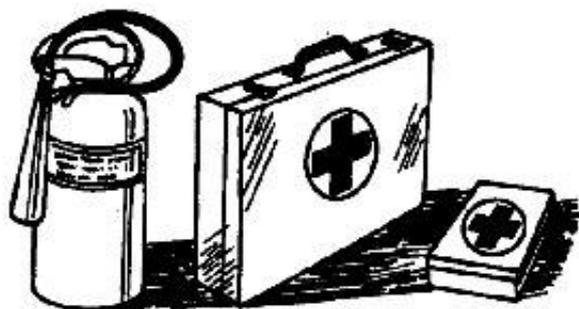
Во избежание пожаров не допускайте скопления в машине мусора, смазки и грязи. Всегда вытирайте пролитое топливо.

### **Будьте готовы к аварийным ситуациям**

Будьте готовы к возникновению пожара.

Имейте под рукой аптечку первой помощи и огнетушитель.

Храните возле телефонного аппарата список номеров телефонов врачей, службы скорой помощи, больницы и пожарной охраны.



### **Работайте в защитной одежде**

Работайте в плотно прилегающей одежде и пользуйтесь средствами защиты, соответствующими выполняемой работе.

Безопасная эксплуатация оборудования требует от оператора полного внимания. Не пользуйтесь радио- или магнитофонными наушниками во время работы на машине.



### **Избегайте контакта с пестицидами**

Кабина не защищает от вредного воздействия пестицидов на органы дыхания. Если руководство по использованию пестицидов требует защиты органов дыхания, не снимайте надлежащий респиратор, когда вы находитесь в кабине.



Перед выходом из кабины наденьте предписанные инструкцией по работе с пестицидом средства личной защиты. Перед тем, как снова сесть в кабину,

снимите средства защиты и поместите их на хранение в ящик с крышкой или другой закрывающийся контейнер снаружи кабины или в герметичный

контейнер, например в полиэтиленовый пакет, внутри кабины.

Перед тем как сесть в кабину, очистите обувь от налипшей земли и грязи.

### **Избегайте контакта с вращающимися деталями**

Затягивание во вращающуюся карданную передачу может привести к серьезной травме или смерти.

Главный щиток трактора и ограждающие щитки карданной передачи всегда должны быть на месте.

Убедитесь в том, что все вращающиеся щитки ходят свободно.

Носите плотно прилегающую одежду. Перед регулировкой, подсоединением или очисткой оборудования с приводом от ВОМ остановите двигатель и убедитесь в том, что карданная передача ВОМ выключена.



### **Пользуйтесь сигнальными огнями и устройствами**

Не допускайте столкновений на общественных дорогах с другими транспортными средствами, тихоходными тракторами с навесными агрегатами или буксируемым оборудованием и самоходными машинами.

Часто проверяйте транспорт, идущий сзади, особенно на поворотах, и включайте поворотные сигнальные огни.



Днем и ночью пользуйтесь фарами, проблесковыми предупреждающими огнями и сигналами поворотов.

Следуйте местным правилам освещения и маркировки оборудования. Содержите фары и средства маркировки в чистом и исправном состоянии и позаботьтесь о том, чтобы они были видны. Замените или отремонтируйте потерянные или поврежденные фары и средства маркировки.

Комплект сигнальных огней для агрегатов можно заказать у обслуживающего вашу организацию дилера компании «Кировец».

### **Перевозите буксируемое оборудование на безопасной скорости**

Не превышайте максимально допустимую скорость транспортировки. Этот трактор способен работать на транспортных скоростях, превышающих максимально допустимую скорость транспортировки для большинства буксируемых агрегатов.

Перед началом транспортировки буксируемого агрегата определите максимально допустимую транспортную скорость трактора по знакам на агрегате или на основании информации, приведенной в руководстве по эксплуатации данного агрегата.

Никогда не перевозите агрегат на скоростях, превышающих максимально допустимую скорость его транспортировки. Превышение максимально допустимой скорости буксировки агрегата может привести к:

- потере управления трактором с прицепленным к нему агрегатом;
- частичной или полной невозможности остановить машину торможением;
- отказу шин агрегата;
- повреждению рамы или компонентов агрегата.

При отсутствии информации изготовителя соблюдайте следующие ограничения скорости транспортировки

- для буксируемого оборудования без тормозов скорость транспортировки не должна превышать 32 км/час (20 миль в час);

- для буксируемого оборудования с тормозами скорость транспортировки не должна превышать 40 км/час (25 миль в час).

Не пытайтесь транспортировать агрегат, если

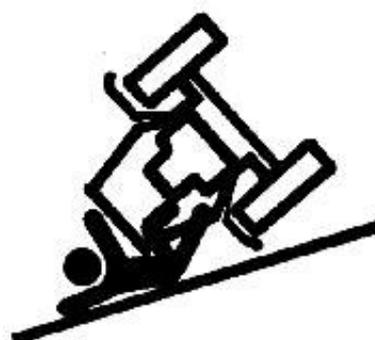
- вес полностью нагруженного агрегата без тормозов превышает 1,5 т (3300 фунтов) и в полтора раза превышает вес трактора;
- вес полностью нагруженного агрегата с тормозами в 4,5 раза превышает вес трактора.

### **Будьте осторожны на склонах**

Объезжайте ямы, канавы и препятствия, которые могут привести к опрокидыванию трактора, особенно на склонах. Избегайте резких поворотов на склонах.

Никогда не пытайтесь вести трактор по краю оврага или крутой закраине дороги.

При выезде из канавы, вязкой трясины или на крутых подъемах трактор может опрокинуться назад. По возможности избегайте возникновения подобных ситуаций.



### **Соблюдайте правила техники безопасности при транспортировке трактора**

Вышедший из строя трактор следует транспортировать на платформе. При транспортировке трактор должен быть надежно закреплен цепями.

При буксировке трактора максимальная скорость не должна превышать 16 км/час (10 миль в час) с поднятыми передними или задними колесами и 8 км/час (5 миль в час) со всеми колесами, опущенными на землю. Во время транспортировки водитель должен управлять трактором и тормозить.

### **Соблюдайте правила техники безопасности при техобслуживании**

Перед началом работы разберитесь в процедуре техобслуживания.

Поддерживайте рабочее место в чистом и сухом состоянии.

Никогда не производите смазку, техобслуживание или регулировку машины во время ее движения.

Держите руки, ноги и предметы одежды в стороне от движущихся деталей. Полностью отключите электропитание и откройте контрольные клапаны для сброса давления. Опустите оборудование на землю. Остановите двигатель. Выньте ключ из замка зажигания. Дайте машине остыть.



Обеспечьте надежную опору для всех элементов машины, которые должны быть подняты для техобслуживания.

Все детали должны быть в исправном состоянии и правильно установлены. Незамедлительно устраняйте любую неполадку. Заменяйте изношенные или сломанные детали. Удаляйте любые отложения консистентной смазки, смазочного масла или грязи.

Перед регулировкой электрических систем или сварочными работами на самоходном оборудовании отсоедините заземляющий кабель батареи (-).

Перед техобслуживанием компонентов электрической системы или сварочными работами на прицепном оборудовании отсоедините его электропроводку от розетки на тракторе.

Поставьте машину на надежную опору. Перед проведением работ на оборудовании всегда опускайте прицепные или навесные агрегаты и орудия на землю. При необходимости работы на поднятой машине или агрегате, поставьте машину или агрегат на надежную опору. Если оставить машину в поднятом положении, это может привести к осадке или утечке жидкости из устройств, покоящихся на гидравлических опорах.

Не подставляйте под машину шлакоблоки, полые плитки или опоры, не способные выдерживать длительную нагрузку. Не работайте под машиной, опирающейся только на домкрат. Следуйте указаниям, приведенным в данном руководстве.

При использовании с трактором навесного или прицепного оборудования следуйте указаниям по технике безопасности, приведенным в руководстве по эксплуатации этого оборудования.

### **Берегитесь струи жидкости, находящейся под высоким давлением**

Вывавшаяся из форсунки струя жидкости под высоким давлением может проникнуть под кожу и вызвать серьезную травму. Избегайте попадания струи жидкости на руки и другие части тела.

Если произошел несчастный случай, немедленно обратитесь к врачу. Во избежание гангрены любую жидкость под высоким давлением, которая попала под кожу, необходимо удалить хирургическим путем не позднее, чем через несколько часов после происшествия. Врачам, незнакомым с таким видом травм, следует обратиться к компетентным медицинским службам. Информацию такого рода можно получить в Медицинском отделе компании «Дир энд Компани» в г. Молине, штат Иллинойс, США.



### **Меры предосторожности при обращении с батареями**

**ВНИМАНИЕ:** Газ в батарее может взорваться. Держите батареи на безопасном расстоянии от искр и открытого пламени. При проверке уровня электролита в батарее пользуйтесь карманным фонариком.

Никогда не приставляйте к клеммам батареи металлические предметы, чтобы проверить, заряжена ли она. Пользуйтесь вольтметром или гидрометром.

Всегда отсоединяйте заземленную клемму батареи (-) в первую очередь и подсоединяйте ее последней.



Серная кислота, входящая в состав электролита, ядовита, и ее концентрация достаточно высока для того, чтобы вызвать ожоги на коже, прожечь одежду и привести к потере зрения в случае попадания в глаза.

Во избежание опасности :

- заливайте электролит в батареи в помещении с хорошей вентиляцией;
- работайте в защитных очках и резиновых перчатках;
- не очищайте батареи сжатым воздухом;
- не вдыхайте пары при заливке электролита;
- не допускайте расплескивания или утечки электролита;
- соблюдайте правила безопасности при запуске двигателя с помощью кабельных перемычек.

Если кислота попала на кожу или в глаза:

1. промойте кожу водой;
  2. приложите соду или известь, чтобы нейтрализовать кислоту;
  3. промывайте глаза водой в течение 15—30 минут;
- немедленно обратитесь за медицинской помощью.

Если вы проглотили кислоту:

1. не вызывайте рвоту;
2. выпейте большое количество воды или молока, но не более 2 л (2 кварт);
3. немедленно обратитесь за медицинской помощью.

### **Правильно храните оборудование**

Помещенное на хранение оборудование, такое как гусеницы, колеса с упирителями и погрузочные устройства, может при падении стать причиной серьезных травм или смерти.

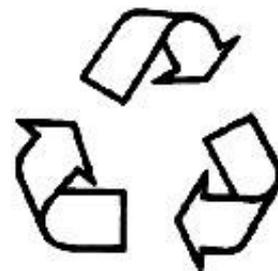
Во избежание падения оборудования и приспособлений обеспечьте их надежное хранение.



Не позволяйте детям играть в месте хранения и не допускайте туда других посторонних лиц.

### **Соблюдайте правила удаления отходов**

При нарушении правил удаления отходов может возникнуть угроза для окружающей среды и экологического равновесия. К числу потенциально опасных отходов, используемых с оборудованием компании «Джон Дир», относятся такие материалы, как смазочное масло, топливо, хладагенты, тормозная жидкость, фильтры и аккумуляторные батареи.



Пользуйтесь герметичными контейнерами для слива жидкости. Не применяйте емкости, используемые для пищевых продуктов или напитков, содержимое которых люди могут по ошибке выпить.

Не сливайте отходы на землю, в канализацию или водоемы.

Хладагенты, применяемые в кондиционерах воздуха, при испарении в атмосферу могут причинить ей вред. Государственные нормы и правила иногда требуют, чтобы регенерацией и рециркуляцией отработанных хладагентов из кондиционеров воздуха занимались специальные пункты обслуживания.

## **5.2 Расчёт вентиляции кабины проектируемого трактора**

Расчет вентиляции кабины трактора производим из условий поддержания оптимальной температуры.

Определяем воздухообмен в кабине  $L_{np}$ , м<sup>3</sup>/ч, по формуле [3,4]:

$$L_{np} = \frac{Q}{0,24 \cdot (t_{y,l} - t_{np})}, \quad (5.1)$$

где  $t_{ух}$ ,  $t_{пр}$  – температура уходящего и приходящего воздуха, °С;

$Q$  – количество явного тепла выделяемого в кабине, ккал/ч.

$$L_{np} = \frac{160}{0,24 \cdot (25 - 20)} = 133, \text{ м}^3/\text{ч}$$

Температуру воздуха, удаляемого из кабины  $t_{yx}$ , °С, по эмпирической формуле:

$$t_{yx} = t_{pz} + \Delta t \cdot (h-2), \text{ °С}, \quad (5.2)$$

где  $t_{pz}$  - нормируемая температура в рабочей зоне, °С;

$\Delta t$  – температурный градиент по высоте кабины ( $\Delta t = 2-3 \text{ °С/Н}$ );

$H$  - расстояние от пола до центра вентиляционных проемов, м.

$$t_{yx} = 26 - 2 \cdot (1,5 - 2) = 25.$$

Определяем мощность, потребляемую вентилятором  $N$ , кВт, по формуле:

$$N = \frac{L_{np} \cdot H \cdot K}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_v \cdot \eta_n} \quad (5.3)$$

где  $H$  - создаваемое вентилятором давление, Па;

$K$  – коэффициент запаса, принимают равным 1,1...1,2;

$\eta_v$  - КПД вентилятора;

$\eta_n$  – КПД передачи,

$$N = \frac{133 \cdot 27 \cdot 1,2}{3600 \cdot 102 \cdot 0,6 \cdot 0,9} = 0,02 \text{ кВт}.$$

Определяем мощность электродвигателя  $N_{дв}$ , кВт, по формуле:

$$N_{дв} = (1,4 - 1,5) \cdot N_{п}, \quad (5.4)$$

$$N_{дв} = 1,4 \cdot 0,02 = 0,03.$$

### 5.3 Противопожарная безопасность

Согласно ГОСТ 12.1.033-81 ССБТ «Пожарная безопасность. Термины и определения» пожарная безопасность – состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Основными причинами, способствующими возникновению и развитию пожаров, являются:

- нарушение пожарных норм и правил в технологических процессах;
- захламление горючими материалами, изделиями и отходами, халатное отношение к должностным обязанностям;
- небрежное обращение с огнем;
- эксплуатация неисправных технологических установок;
- разряды статического электричества, молнии;
- самовозгорание, самовоспламенение;
- хранение несовместимых материалов;
- отсутствие должностного надзора;
- необученность работающих; отсутствие эффективных средств борьбы с пожарами.

Пожарная профилактика – это комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров и создание условий для их успешного тушения. Одна из главных ее задач – создание условий для человека на производстве и в быту [3].

Мероприятия по пожарной безопасности должны быть технически обоснованы, экономически целесообразны и осуществимыми в условиях данного объекта. К разработке мероприятий по устранению пожарной опасности технологических процессов, складских операций, хранения материалов, разработке правил эксплуатации отдельных, особо опасных установок и аппаратов привлекают инженерно-технический персонал объектов.

Производственные процессы непрерывно изменяются и совершенствуются. Это требует соответствующего совершенствования пожарно-профилактических мероприятий и изменения их технического оформления. Обеспечение пожарной безопасности объекта и выбор наиболее эффективных профилактических мероприятий зависит от конкретных условий. Поэтому каждый работник должен знать основные положения,

направленные на обеспечение пожарной безопасности рабочего места участка цеха, а именно: пожарную характеристику веществ и материалов; правила выявления и своевременного устранения опасностей, которые могут возникнуть при эксплуатации производственных установок; действующие приказы и инструкции по пожарной безопасности и пожарные требования, предъявляемые к оборудованию в условиях безопасной его эксплуатации; объект на котором он работает, его технологию, особенности пожарно-профилактических мероприятий, причины и условия, которые могут вызвать пожары и взрывы; методы борьбы с пожарами применительно к особенностям объекта [4].

Мероприятия по предупреждению возгораний лесозаготовительной техники заключаются в ежедневном осмотре и приведении в исправное состояние узлов и систем, которые могут быть причинами загорания; в регулярной чистке машины от легковоспламеняющихся материалов, которые не должны находиться в кабине. Кроме того, кабина трелевочной машины должна быть оснащена огнетушителем марки ОУ-5.

### **Инструкция по технике безопасности при работе с подъемником гидравлическим при техническом обслуживании трактора**

#### **1. Общие требования**

1.1. К обслуживанию автомобилей допускаются лица, прошедшие специальную подготовку и имеющие соответствующие удостоверение.

1.2. К работе допускаются механизаторы, слесари, мастера–наладчики, прошедшие медосмотр и инструктаж по технике безопасности.

#### **2. Перед началом работы:**

2.1. Установить автомобиль на горизонтальной площадке, выключить двигатель, самопроизвольный откат не допускается.

2.2. Возле трактора не должно находиться посторонних лиц.

2.3. Проверить герметичность гидравлических соединений подъемника, подтекание не допускается и убедиться в отсутствии повреждений.

### **3. В процессе работы запрещается:**

3.1. Оставлять гидравлическое приспособление без присмотра во время проведения работ.

3.2. Во время работы запрещается находиться под автомобилем при нагнетании или сбросе давления.

3.3. Запрещается без необходимости нажимать педали, "нагнетание" или "сброс давления".

### **4. Требования при аварийной ситуации:**

4.1. Прекратить работу, нажать педаль "сброс давления" убедившись в отсутствии рабочих под агрегатом.

4.2. В случае стихийного бедствия действовать по правилам Гражданской обороны.

4.3. При несчастном случае пострадавшему оказать первую медицинскую помощь и доставить в больницу или медсанчасть.

### **5. По окончании работы необходимо:**

5.1. Вернуть трактор (агрегат) в первоначальное положение.

5.2. Убрать подъемник на место хранения и накрыть чехлом [3,4].

### **5.4 Безопасность при использовании конструкции**

1. Анализ производственного травматизма на автотранспортных предприятиях показал, что наибольшее число травм происходит при снятии и постановке колес автомобиля, ступиц с барабанами, карданных валов, коробок передач, редукторов и рессор. При выполнении данных работ необходимо пользоваться специальными приспособлениями.

2. Наибольшую опасность могут представлять работы проводимые с использованием гидравлических подъёмников для исключения случаев травматизма разработаны соответствующие инструкции (приложение 1 ).

3. Стационарное оборудование должно устанавливаться на фундаменте и надежно крепиться болтами. Опасные места должны ограждаться.

4. Движущиеся части оборудования должны иметь надежные и исправные ограждения или должны быть снабжены другими средствами защиты, обеспечивающими безопасность работ. Включение оборудования должно производиться только после его осмотра, а также после осмотра ограждающих устройств (при их наличии) [17].

### **Санитарное состояние зоны**

Рабочие места на участке должны содержаться в чистоте, все инструменты должны храниться в инструментальном ящике. В конце каждой смены производится уборка силами технических работников, используемые технические жидкости применяемые в процессе работы хранятся в специальной таре, материалы отработанные в процессе работы складываются в специальном месте и по мере накопления вывозятся. Число шкафов для одежды определяется количеством работников участка.

Окраска поверхностей строительных конструкций и установленного оборудования производится регулярно и соответствует требованиям СНиП 23-05-95. Безопасность при работе с оборудованием работающим под давлением. На предприятии широко применяется пневматический инструмент, для обеспечения его работы используется поршневой компрессор объёмом 500 л. Поршневой компрессор установлен в специализированном помещении. И эксплуатируется в соответствии с нормами предусмотренными ССБТ «Сосуды, работающие под давлением. Клапаны предохранительные» [16].

### **Электробезопасность**

Зона ТО и Р относится к категории повышенной опасности.

При работе на участке с электроприборами, необходимо помнить о технике безопасности. Работа на участке с электродрелью и другим электрическим инструментом при рабочем напряжении больше 42В допускается только при двойной изоляции токопроводящего провода, в резиновых перчатках и калошах либо стоя на изолированной поверхности. Все стационарное оборудование заземлено. ГОСТ12.1.009- 76 устанавливает применяемые в технике и производстве термины и определения основных понятий в области электробезопасности. ГОСТ12.4.013-78 в разделе «Средства коллективной защиты» дает перечень основных видов средств защиты от поражения электрическим током. Опасность поражения человека током на участке являются схемы включения человека в цепь, напряжения сети, схемы самой сети, режима ее нейтрали, степени изоляции токоведущих частей земли.

Для защиты людей от поражения электрическим током, проектом предусмотрены мероприятия ГОСТ 12.1.030-81 «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление», ГОСТ 11516-94 (МЭК 900-87) «Ручные инструменты для работ под напряжением до 1000В переменного тока. Общие требования и методы испытаний»:

- на всех стационарных электроустановках (станок вертикально-сверлильный, станок наждачный, сварочный аппарат, электроподъемник) применяется защитное заземление;

- для автоматического отключения электроустановок при возникновении в них опасности поражения электрическим током применяется защитное отключение;

Шины и провода защитного заземления (зануления) должны быть доступными для осмотра и окрашены в черный цвет. Во всех защитных устройствах устанавливаются только калиброванные предохранители [3,4].

## 5.5 Физическая культура на производстве

Производственная гимнастика как элемент научной организации труда должна массово и прочно войти в режим трудового дня. Ей отводится роль профилактического средства поддержания высокой работоспособности на протяжении рабочего дня. Сеченовский феномен активного отдыха - важное условие для плодотворной интеллектуальной деятельности. Многочисленные научные данные свидетельствуют о том, что чередование умственного труда с выполнением физических упражнений и повышают сопротивляемость организма эмоциональному стрессу и предупреждению процессами, работой анализаторов, точными и быстрыми действиями и т.д.

Основное назначение физических упражнений, которые используются в процессе труда, - снижение профессионального утомления. Оказывая благотворное влияние на организм работающего, физические упражнения регулируют мозговое и периферическое кровообращение. Мышечные движения создают огромное число нервных импульсов, которые обогащают мозг массой ощущений, способствуют устойчивому настроению.

Важно учитывать виды труда, которые отличаются степенью физической нагрузки большим нервно-психическим напряжением (это профессии педагога, врача, инженера, ученого и т.д.).

По степени физической активности и величине нервно-психологического напряжения выделяют медицинских работников, труд которых связан с большой ответственностью за принятие правильного решения, в особенности труд хирургов, отличающийся высоким нервно-эмоциональным напряжением и длительным статическим напряжением мышц в процессе операции.

Перечисленные выше виды труда предъявляют высокие требования к деятельности головного мозга, зрительного анализатора, связанного с напряжением внимания, к продолжительным статическим нагрузкам на мышечный аппарат [24].

## 6 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Производство двигателей внутреннего сгорания продолжается увеличиваться, так как этот источник энергии обладает высокой топливной экономичностью, достаточно небольшой металлоемкостью, длительным сроком службы, автономностью, простотой, удобством и безопасностью в использовании. Вместе с этим ДВС является источником загрязнения окружающей среды, вибрации и шума. Применение ДВС во всех сферах народного хозяйства и постоянное увеличение их количества остро ставит вопрос повышения качества двигателей, которое определяется соответствием их требованиям действующего законодательства, а также техническим уровням, определяющим конкурентоспособность. Основными направлениями совершенствования являются: уменьшение уровня токсичности и вредности отработавших газов, вибрации и шумности, удельных расходов топлива и масла, металлоемкости; увеличение литровой мощности, надежности и ресурса работы [5,9,10,22].

В целях защиты окружающей среды от загрязнения продуктами сгорания во многих странах введены стандарты, ограничивающие предельно допустимое содержание вредных веществ в отработавших газах двигателя.

Обеспечение экологических приоритетов становится все более важным элементом социального прогресса. Эти приоритеты постепенно приобретают характер абсолютных ценностей. Следовательно, уже сегодня, а тем более в будущем, любое экономическое или политическое решение, которое нарушает научно обоснованные медицинские, экономические, экологические или иные требования к окружающей среде, является в принципе неприемлемым.

В условиях интенсивного использования природных ресурсов человеком, вовлечение их в хозяйственную деятельность причиняет все более ощутимый ущерб самой природе. Она стала терять свою уникальную

способность к самовосстановлению. Нарушаются естественные биологические циклы, тормозятся процессы развития, природа все чаще ощущает мощные «залповые» воздействия общества.

К основным загрязняющим атмосферу веществам, которые выбрасывают ДВС, относят: окись углерода, углеводороды и оксиды азота. Окись углерода ( $\text{CO}$ ) и оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ) поступают в атмосферу только с выхлопными газами, тогда как не полностью сгоревшие углеводороды ( $\text{H}_n\text{C}_m$ ) поступают как вместе с выхлопными газами, так и из картера, топливного бака [5,22].

Действие токсичных компонентов на человеческий организм разнообразно: от имитации незначительных неприятных ощущений, до раковых заболеваний. Степень воздействия зависит от их концентрации в атмосфере, состояния человека и его индивидуальных особенностей.

Оксид азота, взаимодействуя с парами воды в воздухе, образует азотную кислоту, которая разрушает легочную ткань, вызывает хронические заболевания. По мере увеличения загрязненности воздуха оксидом азота увеличивается его влияние на организм человека.

Оксид азота, в первую очередь  $\text{NO}_2$ , вызывают необратимые изменения в сердечно-сосудистой системе, оказывает патологическое состояние беспокойства. В соединении с углеводородами они образуют токсичные нитроолефины. При хроническом отравлении наблюдаются воспалительные заболевания дыхательных путей, хронические бронхиты, мышечная и сердечная слабость, нервные расстройства.

Углеводороды парафинового и олефинового рядов вызывают неприятный запах и раздражающее воздействие, а также способны вызывать хронические заболевания. Ряд ароматических углеводородов обладают сильными отравляющими свойствами, воздействуют на процессы кровообращения, центральную нервную и мышечную систему [22].

Окись углерода воздействует на организм человека как сильный дыхательный яд. Сущность его действия заключается в более высокой чем у кислорода (в 250 раз) способности присоединяться к гемоглобину крови, создавая устойчивое соединение – карбоксигемоглабин, который затрудняет процесс газообмена в клетках, что приводит к кислородному голоданию.

Качественный и количественный состав отработавших газов в основном зависит от типа двигателя, его конструктивных параметров и совершенства процесса сгорания, режимов работы, регулировок и технического состояния.

России с 1 января 2001 года нормы «Евро-2» пока является чисто декларативным актом, поскольку, нерациональная структура отечественной нефтепереработки (недостаточны мощности вторичных процессов) определяет низкое качество производимых бензинов и дизельного топлива, не соответствующих современным требованиям. С другой стороны, качество отечественных автомобильных двигателей оставляет желать лучшего. Российские двигатели в большинстве уступают зарубежным по таким показателям, как удельная мощность, экономичность, шумность, эксплуатационная технологичность, экологичность и ремонтпригодность. Согласно постановления Правительства Российской Федерации от 15 марта 1999 года № 286 «Основные направления развития автомобильной промышленности России на период до 2005 года» и проекта Федеральной целевой программы «Развитие автомобильной промышленности России на период до 2005 года» выпуск отечественных автомобильных двигателей, отвечающих современным требованиям по сохранению окружающей среды, следует ожидать не ранее 2010 года. Поэтому, в настоящее время единственным путем повышения экологичности автотранспорта является его перевод на природный газ, что обеспечит сокращение вредных выбросов в окружающую среду двигателями автомобилей до уровня, отвечающего жестким европейским нормам [9,22].

## 7 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВКР

### 7.1 Расчёт производительности

Сменная производительность рассчитывается по формуле [2,11,12]:

$$\Pi_{см} = \frac{T_{см} - (T_{пз} + T_{отд})}{t_{хх} + t_{мх} + t_{н} + t_{с}} \cdot Q, \text{ м}^3 \quad (7.1)$$

где  $T_{см}$  – продолжительность смены,  $T_{см}=480$  мин;

$T_{пз}$  – подготовительно-заключительное время, мин.;  $T_{пз}=30$  мин/рейс;

$T_{отд}$  – время на отдых и личные надобности, мин.;  $T_{отд}=20$  мин/рейс;

$t_{хх}+t_{мх}$  – время пробега расстояния трелевки в обоих направлениях, мин/рейс, по данным предприятия для базовой техники и для новой техники  $t_{хх}+t_{мх}=5,83$  мин/рейс;

$t_{н}$  – время набора пачки для базовой техники и для новой техники  $t_{н}=7,05$  мин/рейс;

$t_{с}$  – время сброса пачки на погрузочной площадке для базовой техники и для новой техники  $t_{с}=5,4$  мин/рейс;

$Q$  – нагрузка на рейс,  $\text{м}^3$

для базовой техники  $Q_{б}=2,5 \text{ м}^3$ ;

для новой техники  $Q_{нр}=2,8 \text{ м}^3$ .

Рейсовая нагрузка после модернизации увеличивается до  $2,8 \text{ м}^3$ .

Сменная производительность базовой ( $\Pi_{см1}$ ) и новой ( $\Pi_{см2}$ ) техники

$$\Pi_{см1} = \frac{480 - (30 + 20)}{5,83 + 7,05 + 5,4} \cdot 2,5 = 59,8 \text{ м}^3,$$

$$\Pi_{см2} = \frac{480 - (30 + 20)}{5,83 + 7,05 + 5,4} \cdot 2,8 = 66,9 \text{ м}^3.$$

Годовая производительность техники определяется по формуле:

$$\Pi_{год} = \Pi_{см} \cdot D_p \cdot K_{см}, \text{ м}^3 \quad (7.2)$$

где  $D_p$  – число рабочих дней в году [23];

$K_{см}$  – коэффициент сменности,

$$\Pi_{\text{год}}1 = 59,8 \cdot 210 \cdot 1 = 12348 \text{ м}^3,$$

$$\Pi_{\text{год}}2 = 66,9 \cdot 210 \cdot 1 = 15839 \text{ м}^3.$$

Рост производительности труда определяется по формуле:

$$PPT = (\Pi_{\text{год}}2 - \Pi_{\text{год}}1) / \Pi_{\text{год}}1 \cdot 100\%, \quad (7.3)$$

$$PPT = \frac{15839 - 12348}{12348} \cdot 100\% = 28\%.$$

### **Расчёт инвестиций (капитальных вложений) в технику**

Балансовая стоимость базовой техники ( $KB_1$ ) определяется исходя из договорной цены и расходов на транспортировку и монтаж, учитываемых коэффициентом  $K_{\text{тр}}$ , принимаемым равным 1,1 [10,11].

$$KB_1 = C_1 \cdot K_{\text{тр}}, \text{ руб} \quad (7.4)$$

$$KB_1 = 390000 \cdot 1,1 = 429000 \text{ руб.}$$

Балансовая стоимость новой техники ( $KB_2$ ) рассчитывается укрупнено, исходя из стоимости сопоставимой массы техники:

$$KB_2 = \frac{KB_1}{G_1} \cdot G_2 \cdot K_{\text{ст}}, \quad (7.5)$$

где  $G_1, G_2$  – масса базового и проектируемого;

$KB_1, KB_2$  – балансовая стоимость базового и проектируемого;

$K_{\text{ст}}$  – коэффициент сложности, принимается равным 1,03.

$$KB_2 = \frac{429000}{9900} \cdot 9920 \cdot 1,03 = 452760 \text{ руб.}$$

Дополнительные капиталовложения составят:

$$KB_{\text{нов}} = 452760 - 429000 = 23760 \text{ руб.}$$

### **Расчёт эксплуатационных затрат**

Эксплуатационные затраты могут рассчитываться на год или на машину смену [23].

Расчет делаем на машину-смену.

Эксплуатационные затраты на машино-смену включают следующие статьи затрат:

1. Заработная плата производственных рабочих с начислениями.
2. Себестоимость содержания машино-смены, включающая

следующие статьи:

- Заработная плата вспомогательных рабочих с начислениями;
  - затраты на ТСМ;
  - амортизационные отчисления;
  - затраты на ТО и ТР;
  - прочие производственные затраты.
3. Затраты на восстановление износа и ремонт шин.

Заработная плата производственных рабочих рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{пр} = T_{СТ} \cdot T_{см} \cdot K_{допл}, \quad (7.6)$$

где  $T_{СТ}$  - часовая тарифная ставка VI разряда,  $T_{СТ}=10,0$  руб/час;

$T_{см}$  - продолжительность смены,  $T_{см}=8$  час;

$K_{допл}$  – коэффициент доплат, учитывающий все доплаты к тарифному фонду. По данным предприятия  $K_{допл}=1,5$ .

$$ЗП_{пр1} = ЗП_{пр2} = 10,0 \cdot 8 \cdot 1,5 = 120,0 \text{ руб.}$$

Отчисления на единый социальный налог составляют 35,6%, на страхование от несчастных случаев 4,4%, всего 40,0%.

$$H_{зп1} = H_{зп2} = 0,4 \cdot 120 = 48,0 \text{ руб.}$$

#### **Себестоимость содержания машино – смены**

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{всп} = T_{СТ} \cdot T_{см} \cdot H_{ТЗ} \cdot K_{допл}, \text{ руб} \quad (7.7)$$

где  $T_{СТ}$  - тарифная ставка III разряда, руб/час.,  $T_{СТ}=5,0$  руб.;

$T_{см}$  - продолжительность смены, 8 час.;

$H_{ТЗ}$  - норматив трудозатрат на вспомогательные работы,

$H_{ТЗ}=0,32$  чел·час/м·см.,

$$ЗП_{\text{сст1}} = ЗП_{\text{сст2}} = 5,0 \cdot 8 \cdot 0,32 \cdot 1,3 = 16,64 \text{ руб.}$$

Начисления на заработную плату вспомогательных рабочих составляют 40,0% [10,23].

$$H_{\text{масл}} = 0,4 \cdot 16,64 = 6,66 \text{ руб.}$$

Затраты на топливо и смазочные материалы определяются исходя из стоимости топлива ( $Ц_{\text{т}}$ ), удельного расхода топлива ( $q$ ), мощности двигателя ( $K_{\text{ДВ}}$ ), коэффициентов использования двигателя по времени ( $K_{\text{вр}}$ ) и мощности ( $K_{\text{мощ}}$ ), продолжительности смены ( $T_{\text{см}}$ ), коэффициента, учитывающего транспортные расходы ( $K_{\text{тр}}$ ) и коэффициента, учитывающего смазочные материалы ( $K_{\text{см}}$ ). Для базового  $K_{\text{см}}=1,25$ ; для проектируемого  $K_{\text{см}}=1,23$ .

$$З_{\text{Т1}} = 7,5 \cdot \frac{231}{1000} \cdot 195 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 1,25 = 297,3 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{Т2}} = 7,5 \cdot \frac{228}{1000} \cdot 231 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 1,23 = 328,4 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления рассчитываются по формуле:

$$A = БС \cdot H_{\text{а}} / 100\% / D_{\text{р}} / K_{\text{см}}, \text{ руб.} \quad (7.8)$$

где БС - балансовая стоимость техники,

$H_{\text{а}}$  - годовая норма амортизации, %,  $H_{\text{а}}=25\%$ ;

$D_{\text{р}}$  - число рабочих дней в году;

$K_{\text{см}}$  - коэффициент сменности.

$$A_1 = \frac{429000 \cdot 25}{100 \cdot 210} = 510,7 \text{ руб.},$$

$$A_2 = \frac{442760 \cdot 25}{100 \cdot 210} = 527,1 \text{ руб.}$$

Затраты на ТР и ТО определяются исходя из сложившихся на предприятии нормативов отчислений (12% от балансовой стоимости в год).

$$З_{\text{ТР}} = БС \cdot H_{\text{ТР}} / 100\% / D_{\text{р}} / K_{\text{см}}, \text{ руб.} \quad (7.9)$$

$$З_{\text{ТР1}} = \frac{429000 \cdot 12}{100 \cdot 210} = 245,1 \text{ руб.},$$

$$З_{ТР2} = \frac{442760 \cdot 24}{100 \cdot 210} = 253,0 \text{ руб.}$$

Прочие производственные затраты принимаем в размере 10% от суммы предыдущих затрат [23]:

$$З_{пр1} = 107,6 \text{ руб.},$$

$$З_{пр2} = 113,2 \text{ руб.}$$

## 7.2 Расчет показателей экономического эффекта и эффективности

Условно-годовая экономия от снижения себестоимости трелевки

$$\mathcal{E}_c = (C_1 - C_2) \cdot П_{год} = (23,0 - 21,4) \cdot 13839 = 23142 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости новых капитальных вложений

$$T_{ок} = KB / \mathcal{E}_c = \frac{15760}{23142} = 0,68_{года} = 7_{месяца}.$$

Годовой экономический эффект рассчитываем по формуле:

$$\mathcal{E}_{год} = \mathcal{E}_c - KB_{нов} \cdot R, \text{ руб.} \quad (7.10)$$

где R - среднеотраслевая рентабельность, %. Принимаем R=20%.

$$\mathcal{E}_{год} = 23142 - 15760 \cdot 0,2 = 19990 \text{ руб.}$$

Чистый дисконтированный доход определяется по формуле:

$$\mathcal{ЧДД} = \mathcal{E}_c \cdot \sum_{t=1}^{T_{ст}} \frac{1}{(1 + \alpha)^{t-1}} - K_{нов}, \quad (7.11)$$

где  $T_{ст}$  - срок службы, лет. Принимаем  $T_{ст}=4$  года;

t - текущий год

$\alpha$  - коэффициент дисконтирования, принимаемый равным ставке рефинансирования ЦБ (18%) [22].

$$\mathcal{ЧДД} = 23142 \cdot \left(1 + \frac{1}{1,18} + \frac{1}{1,18^2} + \frac{1}{1,18^3}\right) - 15760 = 55522 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов сводим в таблице 6.3.

Таблица 7.1 - Основные технико-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	БТ	ПТ
1.	Производительность			
	Сменная	м <sup>3</sup>	59,8	66,9
	Годовая	м <sup>3</sup>	12348	15839
2.	Капитальные вложения	Тыс. руб.	429,0	442,8
3.	Эксплуатационные затраты на м-	Руб.	1352	1413
4.	Условно-годовая экономия	Руб.	-	23142
5.	Годовой экономический эффект	Руб.	-	19990
6.	Чистый дисконтированный доход	Руб.	-	55522
7.	Срок окупаемости капитальных	Мес.		7
8.	Рост производительности труда		-	12

Вывод: Разработано устройства для регулирования давления воздуха в шинах проектируемого трактора. Применение предлагаемой полуавтоматической системы позволяет снизить трудоемкость обслуживания ходовой части, а также позволяет снизить трудоемкость обслуживания ходовой части на 40-50% , повысить долговечность шин, улучшить тягово-экономические показатели трактора. экономически эффективна, т.к. использование ее потребителем позволяет получить годовую экономию 23 тыс.руб., чистый дисконтированный доход за весь срок службы составит почти 55 тыс.руб. Капитальные вложения окупятся за 7 месяцев.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был спроектирован трактор тягового класса 50 кН.

Разработано устройства для регулирования давления воздуха в шинах проектируемого трактора. Применение предлагаемой полуавтоматической системы позволяет снизить трудоемкость обслуживания ходовой части, а также позволяет снизить трудоемкость обслуживания ходовой части на 40-50% , повысить долговечность шин, улучшить тягово-экономические показатели трактора.

Экономические расчеты подтверждают целесообразность разработанных в проекте мероприятий. В результате годовая экономия составила примерно 23142 рублей, срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составила 0,7 лет.

Выполненные разработки могут быть приняты на практике конструкторскими организациями и отдельными автотранспортными предприятиями.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобили Учебник / А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.Л. Насоновский, Под ред. А.В. Богатырева. - 3-е изд., стер. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014.
2. Агарков А.П. Экономика и управление на предприятии [Электронный ресурс]: Учебник/ А.П. Агарков, Р.С. Голов, В.Ю. Тепльшев и др.; под ред. д.э.н., проф. А.П. Агаркова. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2013. - 400 с.
3. Безопасность жизнедеятельности Учебник для вузов. С.В.Белов, В.А.Девисилов, А.В.Ильницкая и др. Под общей ред. С.В.Белова. -8-е издание – М.: Высшая школа,2009.- 616 с.
4. В.А.Девисилов. Охрана труда: учебник / В.А. Девясилов -4-е издание перераб. и доп. – М.: Форум, 2009.- 496 с.
5. Гончарова, О. В. Экология: учеб. пособие для вузов / О. В. Гончарова. - Ростов на -Дону : Феникс, 2013. — 366 с.
6. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие / В.П.Гребнев, О.И.Поливаев, А.В.Ворохобин; Под общ. ред. О.И.Поливаева. – М.: КНОРУС, 2011. – 264с.
7. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник. - М.: изд-кий центр Академия, 2008, -432с.
8. Зангиев А. А. Эксплуатация машинно-тракторного парка. ил. – / А. А. Зангиев, А. В. Шпилько, А.Г. Левшин. – М.:Колос, 2008. – 320с
9. Коробкин, В.И. Экология : учебник для студентов бакалаврской степени многоуровневого высшего профессионального образования [Текст] /В.И.Коробкин, Л.В.Передельский.-Ростов-на Дону:Феникс,2012.-602с.
10. Маврицев, В.В. Общая экология : курс лекций [Текст] / В.В.Маврицев.-3-е изд.-Минск:Новое знание ; Москва:Инфра.-М., 2012.- 298с.

11. Организация производства и управление предприятием: Учебник / О.Г. Туровец, В.Б.Родионов и др.; Под ред. О.Г.Туровца - 3-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 506 с
12. Организация производства на промышленных предприятиях: Учебник / И.Н. Иванов. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 352 с.
13. Сидорин Г.А. «Обработка металлов резанием». Методические указания. Изд. КГСХА Казань – 2001
14. Организация производства: Учебник / Р.А. Фатхутдинов. - 3-е изд., перераб. и доп - М.: ИНФРА-М, 2011. - 544 с.
15. Сервис импортной и отечественной сельскохозяйственной техники и оборудования в современных условиях /часть 1/ К.А Хафизов, Б.Г.Зиганшин, А.Р.Валиев, Н.И.Семущкин, под ред. Д.И.Файзрахманова. – Казань: Изд-во КГАУ, 2009. – 444 с.: ил
16. Технология машиностроения: учебник / Л.В.Лебедев и др.-2-е изд., -М.: Издательский центр Академия, 2008.- 528 с.
17. Тракторы и автомобили Учебник/А.В.Богатырев, В.Р.Лехтер - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 425 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.znaniium.com>
18. Туревский И.С. Техническое обслуживание автомобилей зарубежного производства: учебное пособие / И.С.Туревский - М : ИД ФОРУМ, ИНФРА-М, 2009. - 208 с : ил.
19. Туревский И.С. Техническое обслуживание автомобилей зарубежного производства: учебное пособие / И.С.Туревский - М : ИД ФОРУМ, ИНФРА-М, 2011. – 208 с.
20. Хафизов К.А. Электронные системы управления двигателем. – Казань: КГАУ, 2010. – 408с.
21. Хафизов К.А., Хафизов Р.Н. Выпускная квалификационная работа. Учебно- методическое пособие для бакалавров по направлениям подготовки «Агроинженерия», «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и специалистов по направлению подготовки

«Наземные транспортно-технологические средства» – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2014.– 280 с.

22. Экология и экологическая безопасность автомобиля: учебник / М.В. Графкина, В.А. Михайлов, К.С. Иванов; Под общ. ред. М.В. Графкиной. - М.: Форум, 2009. - 320 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=173866>

23. Экономика предприятия: Учебник. Практикум / В.Д. Грибов, В.П. Грузинов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: КУРС: НИЦ Инфра-М, 2013. - 448 с.

# СПЕЦИФИКАЦИИ

