

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

Специальность 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Специализация «Автомобили и тракторы»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «специалист»

Тема: Обоснование параметров трактора для культивации почвы с разработкой
встроенной диагностики системы подачи воздуха в двигатель.

Шифр ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ

Студент

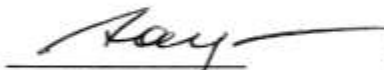
C251-07 группы


подпись

Нурзадин Н.Р.
Ф.И.О.

Руководитель

д.т.н., профессор
ученое звание


подпись

Хафизов К.А.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 11 от 17 июня 2020 г.)

Зав. кафедрой

д.т.н., профессор
ученое звание


подпись

Хафизов К.А.
Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

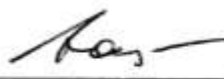
Кафедра «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

Специальность 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Специализация «Автомобили и тракторы»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

 /Хафизов К.А./

« 12 » марта 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту: Нурзадину Нурсилу Ринатовичу

Тема ВКР: Обоснование параметров трактора для культивации почвы с разработкой встроенной диагностики системы подачи воздуха в двигатель.

Утвержден приказом по университету от 11 мая 2020 г. № 178

Срок сдачи студентом законченной ВКР 15 июня 2020 г.

Техническое задание на ВКР: Тяговый класс трактора 30 - 40 кН; колесная формула 4x4; вид применяемого топлива – дизельное топливо.

Перечень подлежащих разработке вопросов:

1. Подбор основных оптимальных параметров трактора;
2. Расчет тяговой характеристики проектируемого трактора;
3. Разработка эскизной компоновки трактора.

4. Разработка встроенной диагностики системы подачи воздуха в двигатель;
5. Разработка технологии изготовления масляного аккумулятора с электромагнитным клапаном;
6. Разработка вопросов безопасности жизнедеятельности при эксплуатации трактора;
7. Разработка мероприятий по экологической защите окружающей среды.
8. Оценка экономической и энергетической эффективности предлагаемого решения.

Перечень графических материалов:

1. Зависимости основных параметров трактора от факторов (3 листа).
2. Тяговая характеристика проектируемого трактора (1 лист).
3. Эскизная компоновка проектируемого трактора (1 лист).
4. Сборочный чертеж и деталировка (3 листа).
5. Расположение датчиков на двигателе проектируемого трактора (2 листа).

Консультанты по ВКР с указанием соответствующих разделов проекта

Раздел (подраздел)	Консультант
Технологический раздел	Марданов Р.Х.
Теоретический тяговый раздел	Синицкий С.А.
Безопасность жизнедеятельности	Гаязиев И.Н.

Дата выдачи задания 10.03.2020

Студент _____ (Нурзадин Н.Р.)

Руководитель ВКР _____ (Хафизов К.А.)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Оптимизация основных параметров колесного трактора	20.04.2020	
2	Расчет теоретической тяговой характеристики проектируемого трактора	08.05.2020	
3	Эскизная компоновка проектируемого трактора	19.05.2020	
4	Технологическая часть.	26.05.2020	
5	Анализ и разработка вопросов безопасности жизнедеятельности при эксплуатации проектируемого трактора.	02.06.2020	
6	Экономическое обоснование проектируемой конструкции.	09.06.2020	

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Нурзадина Н. Р. на тему: «Обоснование параметров трактора для культивации почвы с разработкой встроенной диагностики системы подачи воздуха в двигатель».

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку на 136 листах машинописного текста и графической части на 9 листах формата А1.

Пояснительная записка состоит из введения, 8 разделов, заключения, списка использованной литературы и включает 39 рисунков, 4 таблиц. Список использованной литературы содержит 17 наименования.

В первом разделе пояснительной записки выпускной квалификационной работы проведено исследование и определение оптимальных весовых параметров трактора, мощности его двигателя, выявлено влияние факторов внешней среды на оптимальное значение основных параметров трактора, построены графики.

Во втором разделе рассчитывается и строится теоретическая тяговая характеристика трактора.

В третьем разделе приводится эскизная компоновка трактора.

В четвертом разделе проводится литературно-патентный поиск существующих конструкций. Также в этой главе представлена разработка технологии диагностирования неисправностей системы подачи воздуха.

В пятом разделе произведен технологический процесс изготовления масляного аккумулятора и технологические расчеты.

В шестом разделе производится разработка вопросов безопасности жизнедеятельности при эксплуатации проектируемого трактора.

В седьмом разделе проводится анализ и разработка мероприятий по экологической защите окружающей среды.

В восьмом разделе проведено экономическое обоснование рекомендаций по улучшению производственного процесса и конструкции.

Пояснительная записка завершается выводами и списком литературы.

ANNOTATION

To the final qualifying work of N. R. Nurzadin on the topic: "Justification of the tractor parameters for soil cultivation with the development of integrated diagnostics of the air supply system to the engine."

Graduation paper contains an explanatory note on 136 sheets of typewritten text and a graphic part on 8 sheets of A1 format and 2 sheets in A2 format.

The explanatory note consists of introduction, 8 sections, conclusion, list of used literature and includes 39 figures, 4 tables. The list of used literature contains 17 titles.

In the first section of the explanatory note of the final qualification work, a study was carried out and the optimal weight parameters of the tractor and its engine power were determined, the influence of environmental factors on the optimal value of the main parameters of the tractor was revealed, and schedules were constructed.

In the second section, the theoretical traction characteristic of the tractor is calculated and built.

The third section provides an outline sketch of the tractor.

In the fourth section, a literature and patent search of existing structures is carried out. Also in this chapter the development of technology for diagnosing faults in the air supply system is presented.

In the fifth section, the technological process of manufacturing an oil accumulator and technological calculations are made.

In the sixth section, life safety issues are developed during the operation of the designed tractor.

The seventh section analyzes and develops measures for environmental protection of the environment.

In the eighth section, an economic justification of recommendations for improving the production process and design is carried out.

The explanatory note ends with conclusions and a list of references.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	11
ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАКТОРА.....	12
1 ОПТИМИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА, РАБОТАЮЩЕГО В СОСТАВЕ ПОСЕВНОГО АГРЕГАТА	13
1.1 Теоретические зависимости суммарных энергетических затрат с параметрами трактора	13
1.2 Расчет оптимальной массы трактора и мощности его двигателя на технологических операциях.....	20
2 РАСЧЕТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ТЯГОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЕКТИРУЕМОГО ТРАКТОРА	29
2.1 Расчет теоретической тяговой характеристики трактора	29
2.2 Расчеты с использованием ЭВМ и построение теоретической тяговой характеристики трактора.....	36
2.3 Анализ тяговой характеристики трактора.....	40
3 ЭСКИЗНАЯ КОМПОНОВКА ПРОЕКТИРУЕМОГО ТРАКТОРА	42
3.1 Разработка эскизной компоновки проектируемого трактора.....	42
3.2 Выбор сцепления для трактора.....	44
3.3 Коробка передач для проектируемого трактора.....	47
3.4 Постановка задачи конструкторской разработки	48
4 РАЗРАБОТКА ВСТРОЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ ВОЗДУХА В ДВИГАТЕЛЬ ММЗ Д-260.1S	49
4.1 Патентный поиск и обзор научно-технической литературы.....	49
4.2 Устройство системы питания дизеля Д-260.1S воздухом и газораспределительного механизма.....	63
4.2.1 Устройство системы питания дизеля Д-260.1S	63
4.2.2 Обоснование схемы новой конструкции	66
4.3 Проектирование встроенной диагностики системы впуска воздуха ММЗ Д-260.1S	67
4.3.1 Разработка технологии диагностирования неисправностей системы	67
4.3.2 Неисправности системы подачи воздуха и газораспределительного механизма	68
4.3.3 Места расположения датчиков.....	68

4.3.4 Подбор датчиков	72
4.3.5 Масляный аккумулятор для турбокомпрессора	74
4.4 Расчет деталей, узлов конструкции	79
4.4.1 Расчет датчика давления TPS30-G3BVG4-00 на прочность	79
5 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВИНТА ДЛЯ ОДНОСТОРОННЕГО КЛАПАНА	82
5.1 Выбор материала заготовки	82
5.2 Выбор оборудования и режущего инструмента.	82
5.3 Технологические расчеты	83
5.4 Проектирование технологической сборки	88
5.5 Составление технологической схемы сборки	91
6 АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА ВОПРОСОВ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОЕКТИРУЕМОГО ТРАКТОРА ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	93
6.1 Безопасность жизнедеятельности на производстве проектируемого трактора.....	93
6.2 Безопасность жизнедеятельности при чрезвычайных ситуациях.....	97
6.3 Безопасность жизнедеятельности при работе с проектированным трактором	100
7 АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	
7.1 Анализ общего состояния окружающей среды в производстве проектируемого трактора	102
7.2 Рекомендации по улучшению экологической обстановки в производстве проектируемого трактора	103
8 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА И КОНСТРУКЦИИ	104
8.1 Расчет суммарных энергетических затрат тракторов	104
8.2 Экономическое обоснование модернизированного производственного процесса	107
8.3 Эффективность использования конструкции	110
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	112
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	113
Приложение А	115

Приложение Б	132
Приложение В.....	135
СПЕЦИФИКАЦИЯ	137

ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство является главной отраслью экономики всех государств. Оно обеспечивает человечество одним из главных условий для существования – продуктами потребления и продуктами дальнейшей переработки. Для получения окончательного продукта, надо сделать огромное количество манипуляций. Основная часть данных действий стоит на “плечах” сельскохозяйственной техники, в том числе и на тракторах. Они являются основными помощниками в ведении сельскохозяйственных работ.

Тракторы — очень сложные передвижные энергетические и транспортировочные средства, которые используются для комплексной механизации, автоматизации сельскохозяйственного производства и для транспортировки различного вида сельскохозяйственных грузов.

Из-за того, что повышается доля энергозатратных работ, все более и более, увеличивается и численность энергонасыщенных тракторов. Повышение эффективности использования является одной из главной целью сегодняшнего производства, которая, позволяет свести к минимуму экономические, а также энергетические затраты на проведение сельскохозяйственных работ.

В связи с повышением численности тракторов средней энергоемкости в республике Татарстан, резко увеличиваются и требования к своевременной диагностике разных систем и подсистем этих тракторов, что связано, в основном, с повышением среднестатистического возраста техники и надобностью увеличения численности готовых к работе тракторов. Одним из главных причин неполадок трактора появляются в системе питания двигателя воздухом. Встроенная система диагностирования позволяет быстро выявить ошибки, тем самым предотвратить простои трактора, из-за которых может нарушиться весь рабочий процесс сельского хозяйства. Разработка устройств диагностирования как никогда необходима в век автоматизации не только автомобилей, но и тракторов.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАКТОРА

- Разработать трактор для выполнения сплошной культивации (технологические операции средней энергоемкости).
- Назначение: сельскохозяйственное, общего назначения.
- Тип ходовой части – 4к4 (передние и задние колеса разного размера).
- Выполняемые работы: в составе агрегатов с удельным сопротивлением почвы от 1,5 до 3,0 кН/м.
- Подобрать основные оптимальные параметры трактора: G – массу трактора, кН; N_e – мощность двигателя, кВт.
- Произвести тягово-динамический расчет трактора.
- Разработать встроенную диагностику системы подачи воздуха в двигатель.
- Разработать технологию изготовления масляного аккумулятора
- Разработать мероприятия охраны окружающей среды при эксплуатации трактора.
- Произвести экономическое обоснование спроектированного трактора.

1 ОПТИМИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА, РАБОТАЮЩЕГО В СОСТАВЕ ПОСЕВНОГО АГРЕГАТА

1.1 Теоретические зависимости суммарных энергетических затрат с параметрами трактора

Необходимо проанализировать составляющие элементы суммарных энергетических затрат для выявления массы трактора и мощности его двигателя на их величину. [16]

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{и.тр}} + \mathcal{E}_{\text{и.схм}} + \mathcal{E}_{\text{и.пр}} + \mathcal{E}_{\text{рто}} + \mathcal{E}_{\text{с.р.}} + \mathcal{E}_{\text{упр}} + \mathcal{E}_{\text{тсм}} + \mathcal{E}_{\text{пот}} \rightarrow \min, \quad (1.1)$$

где $\mathcal{E}$ - удельные суммарные энергетические затраты, МДж/га;

$\mathcal{E}_{\text{и.тр}}$ - энергия, затраченная на изготовление трактора, орудия, прицепа, приходящаяся на 1 га, МДж/га;

$\mathcal{E}_{\text{рто}}$ - энергия, затраченная на капитальный, текущий ремонт и техническое обслуживание трактора, прицепа и орудия, МДж/га;

$\mathcal{E}_{\text{ср}}$ - энергия, затраченная на сборку и разборку агрегата, МДж/га;

$\mathcal{E}_{\text{упр}}$ - энергия, затраченная на управление трактором (переключение передач, повороты, остановку и трогание с места), МДж/га;

$\mathcal{E}_{\text{тсм}}$ - энергия, затраченная на выполнение агрегатом работы посредством сжигания топлива, МДж/га;

$\mathcal{E}_{\text{пот}}$ - энергия урожая, потерянная из-за не оптимально выбранной марки трактора, параметров и режимов работы агрегата, МДж/га.

Энергию, затраченную на изготовление трактора, сельхозмашины, прицепа (рассчитываются по отдельности), приходящуюся на 1 га обработанной площади, можно определить, используя зависимость:

$$\mathcal{E}_{\text{и}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{изг}}}{T_{\text{сл}} \cdot W \cdot T_{\text{год}}}, \quad (1.2)$$

где $\mathcal{E}_{изг}$ - энергия, затраченная на изготовление трактора, сельхозмашины, прицепа, входящих в состав агрегата, МДж;

$T_{сл}$ - срок службы техники в годах;

W - производительность агрегата за час времени смены, га/ч.;

$T_{год}$ - загрузка техники в часах на 1 год, ч./год.

Энергию, затраченную на изготовление одного трактора можно подсчитать по формуле:

$$\mathcal{E}'_{изг} = M_{тр} \cdot k_{тр}, \quad (1.3)$$

где $M_{тр}$ - масса одного трактора, кг;

$k_{тр}$ - затраты энергии на изготовление 1 кг. трактора, МДж/кг.

Как видно из этой формулы, чем больше масса трактора, тем больше энергетические затраты на его изготовление.

Энергию, идущую на капитальный ремонт трактора, рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{кр} = \frac{a_{кр}}{a_p} \mathcal{E}_и, \quad (1.4)$$

где $\mathcal{E}_{кр}$ - энергия на капитальный ремонт трактора, в расчете на единицу площади, МДж/га;

$a_{кр}$ - коэффициент отчислений на капитальный ремонт трактора;

a_p - коэффициент отчислений на реновацию трактора.

По такой же формуле рассчитываются удельные затраты энергии на текущий ремонт и техническое обслуживание трактора.

Таким образом, между массой трактора и составляющими суммарных энергозатрат на изготовление, капитальный и текущий ремонты и техническое обслуживание имеется прямая пропорциональная зависимость.

Вероятно, что производительность агрегата также зависит от массы трактора и мощности его двигателя. Формула для определения теоретической часовой производительности агрегата:

$$W_T = \frac{N_{KP}}{k} \xi_B, \quad (1.5)$$

где W_T - теоретическая часовая производительность агрегата, га/ч;

N_{KP} - мощность трактора, реализуемая на крюке, кВт;

k – удельное сопротивление машин-орудий, кН/м;

ξ_B - коэффициент использования ширины захвата:

$$N_{KP} = \frac{P_{KP} V_P}{1000} = \frac{(P_K - P_f) V_P}{1000} \leq \frac{M_{mp} g (\varphi - f) V_P}{1000}, \quad (1.6)$$

где P_{KP} - тяговое усилие на крюке трактора, Н;

V_P - рабочая скорость, м/с;

P_K - касательная сила тяги на ведущем колесе трактора, Н;

P_f – сила сопротивления перекачиванию трактора, Н;

φ - коэффициент сцепления колес с почвой;

f - коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора.

Мощность на крюке связана с мощностью двигателя, что видно из формулы определения сменной производительности:

$$W = \frac{N_i \eta_{\text{тяг}}}{k} \xi_B \tau_{\text{см}}, \quad (1.7)$$

где N_i - текущее значение мощности двигателя, кВт;

- тяговый коэффициент полезного действия трактора;

- коэффициент использования времени смены.

Из приведенных формул видно, что чем больше масса трактора и мощность его двигателя, тем больше производительность агрегата, а значит составляющие суммарных энергозатрат - на изготовление, капитальный и текущий ремонты и техническое обслуживание трактора снижаются.

При этом также будут снижаться энергозатраты на управление агрегатом, через топливо и через урожай, потерянный из-за нарушения агросрока выполнения операции, что видно из формул:

$$\mathcal{E}_{\text{упр}} = n_m \cdot k_{\text{ж}} / W, \quad (1.8)$$

где n_m - число механизаторов, управляющих агрегатом, чел.;

$k_{\text{ж}}$ - коэффициент перевода чел.-ч в МДж.;

$$\mathcal{E}_{\text{ТСМ}} = q \frac{G_P T_P + G_X T_X + G_O T_O}{W}, \quad (1.9)$$

где G_P, G_X, G_O - значения часового расхода топлива при рабочем ходе, на холостых поворотах и переездах и во время остановки с работающим двигателем, кг/ч.

T_P, T_X, T_O - время смены соответственно на рабочий ход, холостые переезды и холостую работу двигателя на остановках, ч;

q - энергоемкость и энергосодержание 1 кг топлива, МДж/кг.;

$$\mathfrak{E}_A = \frac{\sum_{i=1}^{N_i-1} (C_{\Pi} \cdot i \cdot W \cdot T_{\text{см}} \cdot n_{\text{см}}) + N_i \cdot i \cdot C_{\Pi} \cdot W \cdot T_{\text{см}} \cdot n_{\text{см}}}{S_0}, \quad (1.10)$$

где C_{Π} - коэффициент потерь урожая, МДж/га*день;

$$C_{\Pi} = Y \cdot \Delta y \cdot Q / 100, \quad (1.11)$$

где Y - планируемая урожайность, кг/га,

Δy - потери урожая в % на 1 день нарушения агросрока работы;

N_i - число целых дней в N^1 ;

S_0 - объем работы на данной операции, га.

$$N^1 = \frac{S_0}{W \cdot T_{\text{см}} \cdot n_{\text{см}}}, \quad (1.12)$$

где N^1 - число дней необходимых для выполнения объема работы S_0 ;

$n_{\text{см}}$ - число смен в одном рабочем дне;

$T_{\text{см}}$ - продолжительность смены в часах.

Для определения энергии, потерянной в связи со снижением урожая из-за уплотнения почвы, предлагается зависимость:

$$\mathfrak{E}'_y = \frac{Y \cdot A \cdot Q (U_T - [U])}{100}, \quad (1.13)$$

где A - коэффициент пропорциональности, %·м/кН;

U_T - показатель, характеризующий уплотняющее воздействие движителей трактора на почву, кН/м;

$[U]$ - допустимый уровень уплотняющего воздействия движителей трактора, ниже которого не происходит снижение урожайности культур $[U]=75$ кН/м.

Показатель, характеризующий уплотняющее воздействие движителей трактора на почву, предлагается определять по формуле:

$$U_T = \frac{B_1}{2B_P} \cdot \sum_{j=1}^n U_j + [U] \cdot \left(1 - \frac{n \cdot B_1}{2B_P}\right), \quad (1.14)$$

где B_1 - ширина зоны влияния уплотняющего воздействия трактора на урожайность сельскохозяйственных культур на поле (в ориентировочных расчетах $B_1 = 10,8$ м);

B_P - рабочая ширина МТА, включающего данный трактор, м;

n - общее число следов движителей, оставляемых трактором на поле за один проход;

U_j - уплотняющее воздействие движителей в j -м следе;

$[U]$ - допустимая степень воздействия движителей на почву, равная 75 кН/м.

При $U_j < [U]$ в расчётах принимается $= 0$ ($j=1,2,..., n$)

$$U_j = w \cdot b \cdot q_{\max} V, \quad (1.15)$$

где w - коэффициент, зависящий от размеров и формы опорной поверхности движителей. Экспериментально определено в работе для колесного движителя $w = 1,25$;

b - ширина движителя, м;

q_{maxV} - максимальное давление каждого движителя на почву при заданной скорости движения агрегата, кПа.

Таким образом из теоретических исследований выявлено, что масса трактора и мощность его двигателя неоднозначно влияет на величину составляющих суммарных энергетических затрат. При росте массы трактора одни составляющие суммарных энергетических затрат увеличиваются ($\mathcal{E}_{итр.}$, $\mathcal{E}_{рто}$, $\mathcal{E}_y$), а другие снижаются ($V_{пр}$, $\mathcal{E}_{тсм}$, $\mathcal{E}_A$).

Уплотняющее воздействие ходовой части трактора с увеличением мощности двигателя может, как возрасти, так и снизиться. Если с увеличением мощности двигателя растет и масса трактора, то возрастет ширина захвата агрегата и уплотняющее воздействие агрегата на почву снизится, но одновременно возрастает максимальное давление на почву движителей.

Таким образом, мощность двигателя трактора неоднозначно влияет на величину составляющих суммарных энергетических затрат. При росте мощности двигателя одни составляющие суммарных энергетических затрат могут как увеличиваться, так и уменьшаться ($\mathcal{E}_{итр.}$, $\mathcal{E}_{рто}$, $\mathcal{E}_{тсм}$, $\mathcal{E}_y$), а другие снижаются ($\mathcal{E}_{упр}$, $\mathcal{E}_A$).

Возможно, что для определенных условий работы (вида технологической операции, размера полей, объема годовой работы и т.д.) имеется оптимальное значение массы трактора, которое обеспечит минимальные суммарные энергетические затраты. Для выявления оптимальной массы трактора необходимо провести вычислительные эксперименты с использованием разработанной математической модели машинно-тракторных агрегатов.

1.2 Расчет оптимальной массы трактора и мощности его двигателя на технологических операциях

Цель исследования – обоснование основных параметров трактора для выполнения технологических операций предпосевной подготовки почвы за счет оптимизации его основных параметров на основе разработанной энергетической математической модели агрегата.

Проведем расчеты для обоснования основных параметров трактора при выполнении культивации культиватором ККШ. Расчеты произведём в программе MATLAB. **MATLAB** – это пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений [17].

Для расчетов на программе выберем исходные данные:

- Площадь поля, га. = 100;
- Длина гона, км. = 1;
- Расстояние переезда, км. = 3;
- Плотность семян, кг/м³ = 800;
- Коэффициент прочности несущей поверхности = 0,9;
- Объем работы, га = 400;
- Количество тракторов выполняющих операцию = 1;
- Число часов работы в сутки = 14;
- Планируемую урожайность основной и побочной продукции, ц/га. = 40;
- Давление в шинах (от 0,08 до 0,2), МПа = 0,16;
- Число колес на одном борту трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) = 1;
- Коэффициент сцепления колес с почвой = 0,5;
- Коэффициент сопротивления перекатыванию колес трактора = 0,12;

В следующих расчетах условия для работы меняются только по одному фактору, а все остальное остается такими же. После ввода данных ЭВМ программа рассчитывает и выдает результаты расчетов и график изменения суммарных энергетических затрат, который представлен на рисунке 1.1.

Результаты расчетов:

- Оптимальная ширина захвата – $B_{opt} = 10$ м;
- Оптимальная рабочая скорость – $V_{opt} = 11$ км/ч;
- Оптимальный вес трактора – $G_{ti_{opt}} = 70$ кН;
- Оптимальная мощность двигателя – $N_{e_{opt}} = 165.6275$ л.с;

Суммарные энергозатраты – $E_{\min} = 1424,6$ МДж/га.

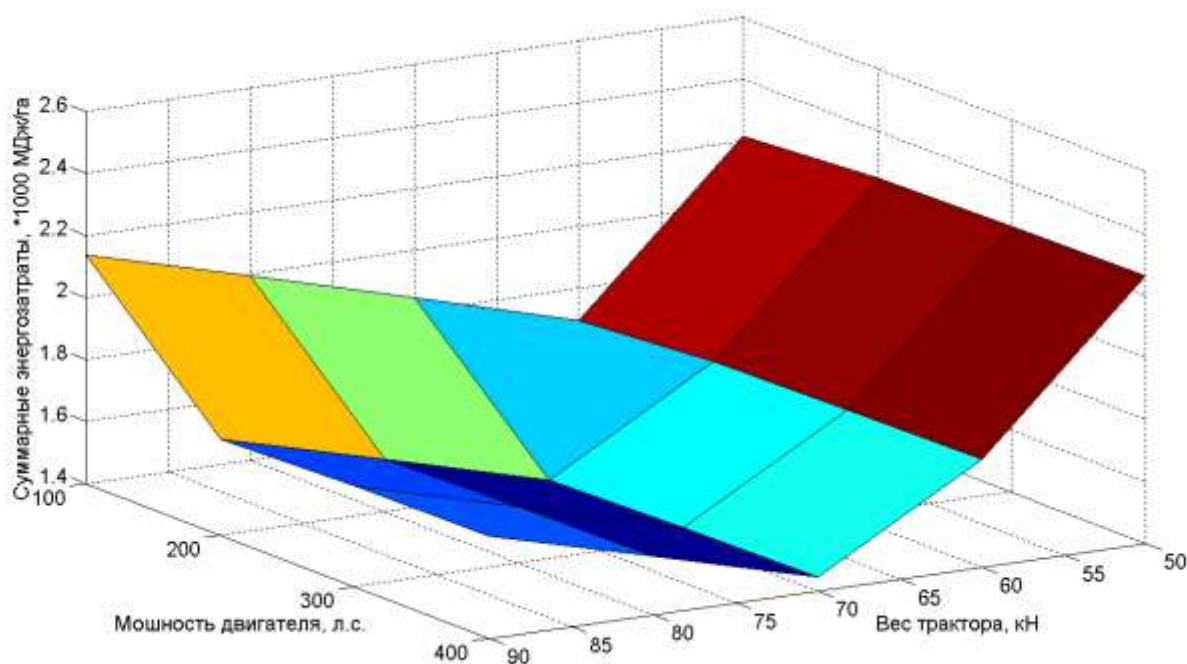


Рисунок 1.1 – Изменение суммарных энергетических затрат в зависимости от соотношения веса трактора и мощности двигателя

Анализ полученных данных показал, что для принятых условий расчета имеется оптимальное соотношение веса трактора и мощности его двигателя:

$$G_{\text{тиopt}} = 70 \text{ кН}; N_{\text{еopt}} = 165 \text{ л.с.}$$

Предположим, что на оптимальное сочетание веса трактора и мощности его двигателя влияют такие факторы, как:

1. Площадь поля;
2. Планируемая урожайность;
3. Продолжительности рабочего дня;
4. Давление в шинах;
5. Число колес на одном борту и давление в них;
6. Удельное сопротивление почвы;
7. Максимальная скорость.

Задачей для работы является выявить стабильность рассчитанных параметров при изменении указанных факторов.

На рисунке 1.2 показана зависимость основных параметров трактора от изменения площади поля. Из графика видно, что площадь поля меняется от 10 га до 130 га, но на мощность и вес трактора это не влияет. На всем промежутке площади поля от 10 га до 130 га мощность двигателя трактора изменяется в диапазоне от 151 л.с до 165 л.с, а вес трактора от 60 кН до 70 кН. Суммарные энергозатраты уменьшаются. Когда площадь поля 10 га энергозатраты составляют 1424,6 МДж/га, при площади поля 130 га энергозатраты равны 1433,0 МДж/га.

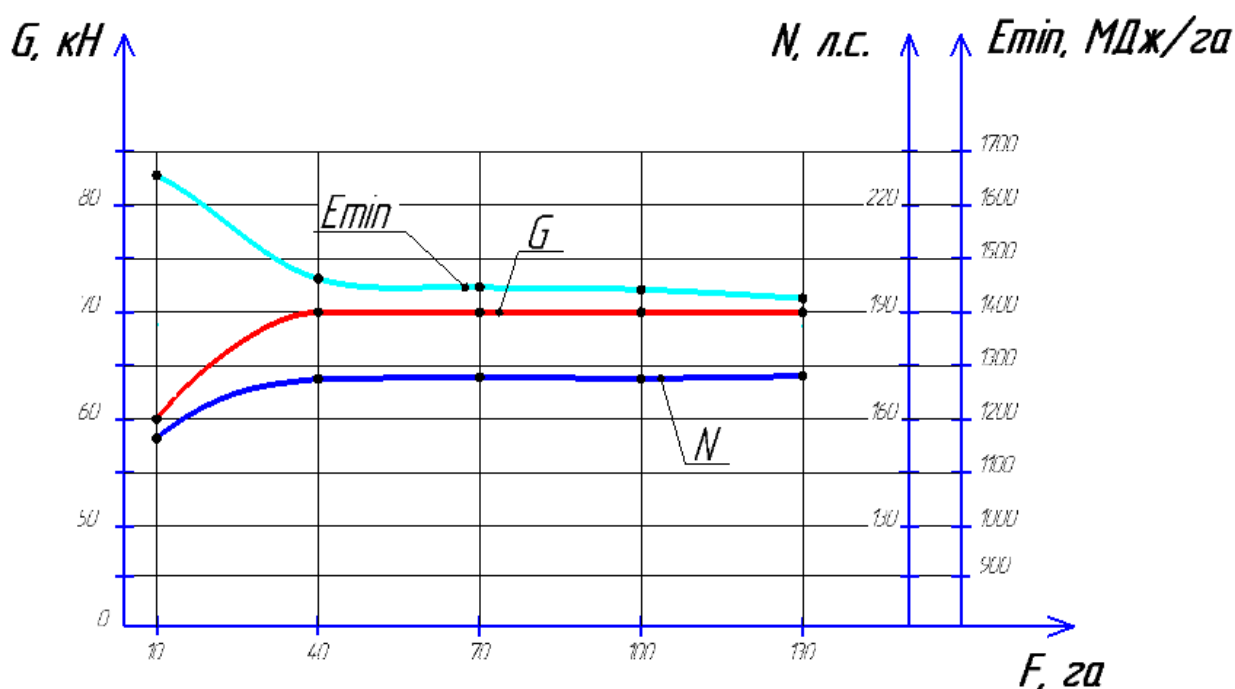


Рисунок 1.2 – Зависимость основных параметров трактора от площади поля

На рисунке 1.3 представлена зависимость основных параметров трактора от производительности рабочего дня. Из графика видно, что часы работы увеличиваются с 8 до 24 часов. Вес трактора резко уменьшается с 90 кН до 50 кН. С мощностью происходит все то же самое. При 8 часовом режиме работы мощность равна 227 л.с., при 16 часовом - 165 л.с., а если работать 24 часа, то мощность понижается до 116 л.с.

Суммарные энергозатраты изменяются в сторону уменьшения в более чем 1,5 раза. При работе 8 часов в сутки энергозатраты составляют 1746,9

МДж/га, при отметке 16 - 1355,8 МДж/га, а при 24 часовой работе, на все 1164,6 МДж/га. Из этого следует, что увеличение часов работы трактора позволяет “выигрывать” по всем показателям.

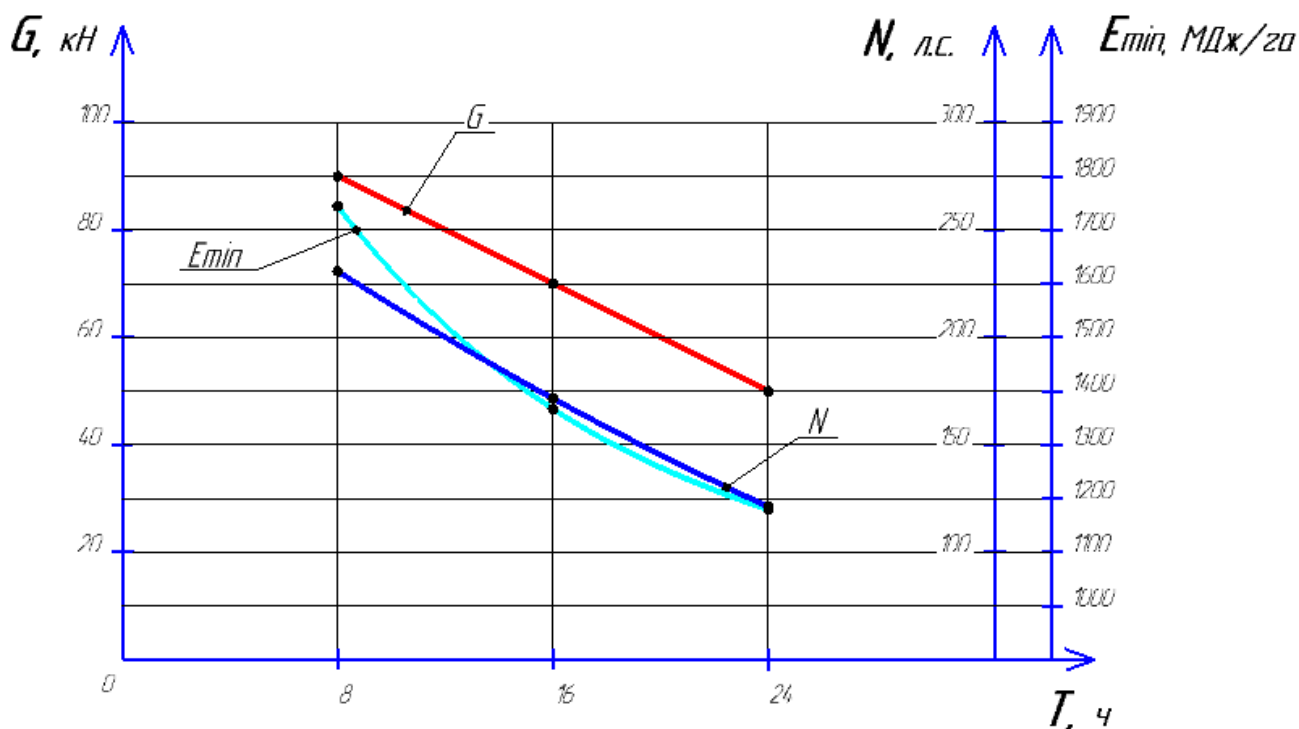


Рисунок 1.3 – Зависимость основных параметров трактора от продолжительности рабочего дня

На рисунке 1.4 представлена зависимость основных параметров трактора от планируемой урожайности ячменя. Из графика видно, что планируемая урожайность меняется от 10 ц/га до 40 ц/га. На промежутке 10 ц/га - 20 ц/га рекомендуемая мощность двигателя и вес трактора не изменяются и составляют соответственно 227 л.с. и 90 кН. В начале, идет уменьшение обоих показателей, с их дальнейшей стабилизацией. Требуемая мощность понижается от 227 л.с. до 165 л.с., а вес – от 90 кН до 70 кН. Суммарные энергозатраты повышаются более чем в 2 раза. При планируемой урожайности ячменя 10 ц/га энергозатраты составляют 719,6 МДж/га. На отрезке от 10 ц/га до 20 ц/га энергозатраты возрастают до 957,3 МДж/га, и в 4 промежутке – 1424,6 МДж/га.

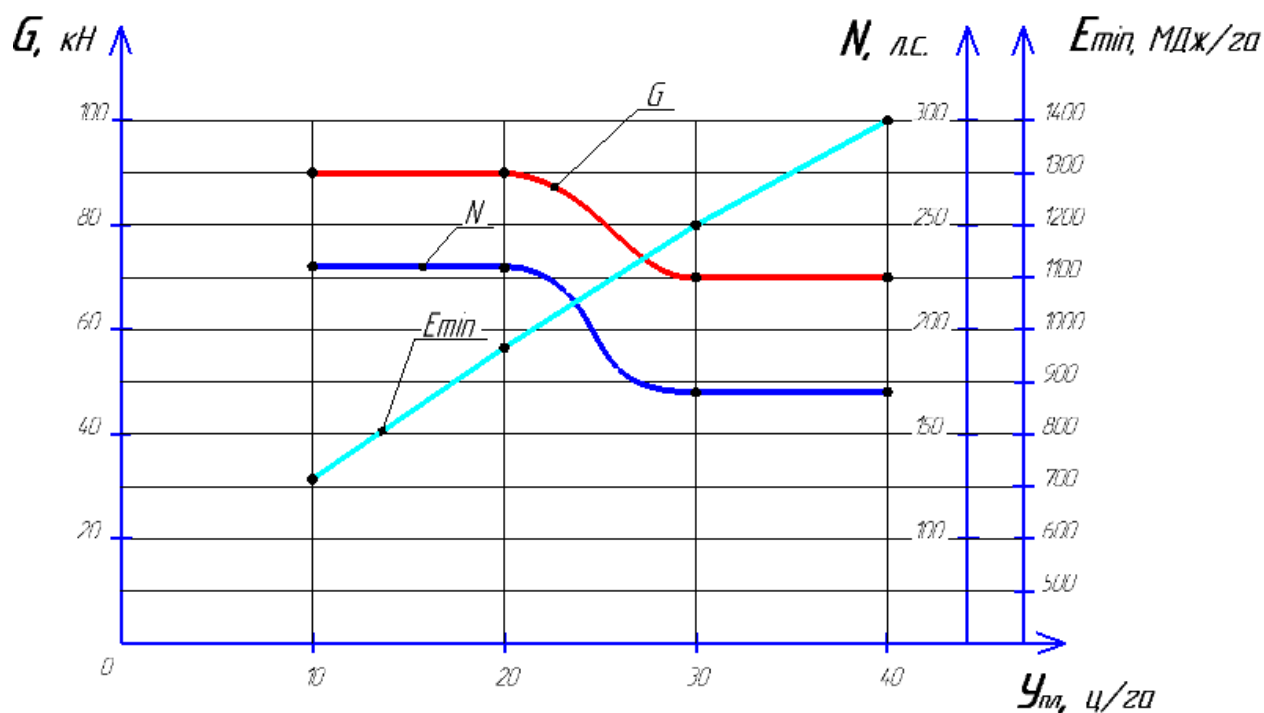


Рисунок 1.4 – Зависимость основных параметров трактора
от планируемой урожайности ячменя

На рисунке 1.5 представлена зависимость параметров трактора от числа колес на одном борту с одновременным понижением давления. Из графика видно, что число колёс на одном борту трактора составляют 1, 2 и 3 штуки, а давление в них, соответственно 0,16, 0,1 и 0,06 МПа. Когда на одном борту трактора 1 колесо вес трактора составляет 70 кН, при переходе от 1 на 2 штуки колес на один борт, вес трактора возрастает до 90 кН, а при переходе 2 до 3 штук колес вес трактора уменьшается до 80 кН.

Мощность двигателя при понижении давления в шинах переходе из одного колеса на два, резко увеличивается с 165 л.с до 227 л.с. Далее, при установке 3 с одновременным понижением давления в них до 0,06 МПа, мощность остается на том же уровне, что и с двумя колесами.

Суммарные энергозатраты, с начала, понижаются, а потом возрастают. Когда на одном борту трактора одно колесо, энергозатраты составляют 1424,6 МДж/га, после установки двух колес - уменьшаются до 762,1 МДж/га, и на отрезке установки 3 колес энергозатраты увеличиваются до 1164 МДж/га.

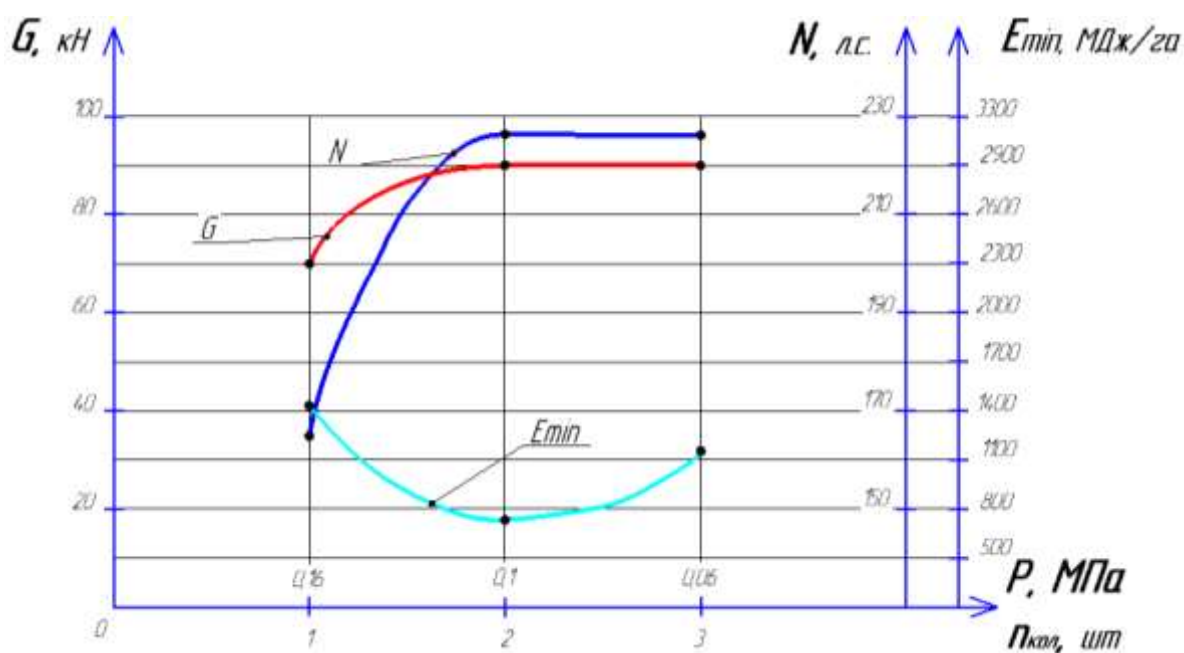


Рисунок 1.5 – Зависимость параметров трактора от числа колес на одном борту и давления в них

Зависимость основных параметров трактора от давления в шинах представлена на рисунке 1.6. Из графика видно, что давление в шинах изменяется от 0,08 МПа до 0,2 МПа. Мощность двигателя сначала уменьшается от 227 л.с до 116 л.с, а потом возросла до 172 л.с. Рекомендуемый вес трактора то же меняется очень резко. При повышении давления с 0,08 МПа до 0,12 МПа, вес уменьшается от 90 кН до 60 кН, и на отрезке в 0,12 МПа - 0,2 МПа увеличивается до 80 кН. Суммарные энергозатраты постепенно увеличиваются со значения 762,1 МДж/га до 1745,1 МДж/га.

На рисунке 1.7 представлена зависимость основных параметров трактора от удельного сопротивления. На графике видно, что удельное сопротивление почвы изменяется от 1,5 до 3,0 кН/м. На промежутке удельного сопротивления 1,5 – 1,8 кН/м вес трактора увеличивается от 70 кН до 90 кН и остается неизменным, а в промежутке 2,7 - 3,0 кН/м уменьшается до 80 кН.

Мощность двигателя изменяется лишь на отрезке 1,5 – 1,8 кН/м со 165 л.с. до 193 л.с. и постепенно стабилизируется.

Суммарные энергозатраты постепенно увеличиваются со 1424,6 МДж/га до 2468 МДж/га.

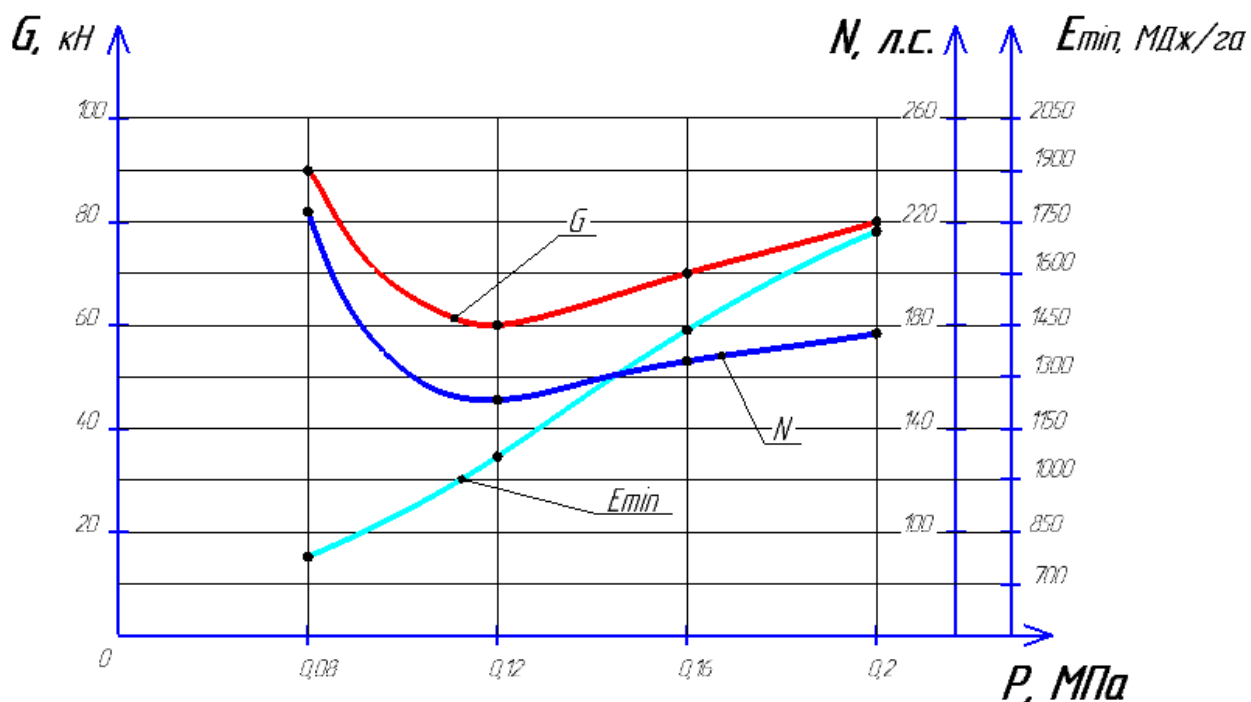


Рисунок 1.6 – Зависимость основных параметров трактора от давления в шинах

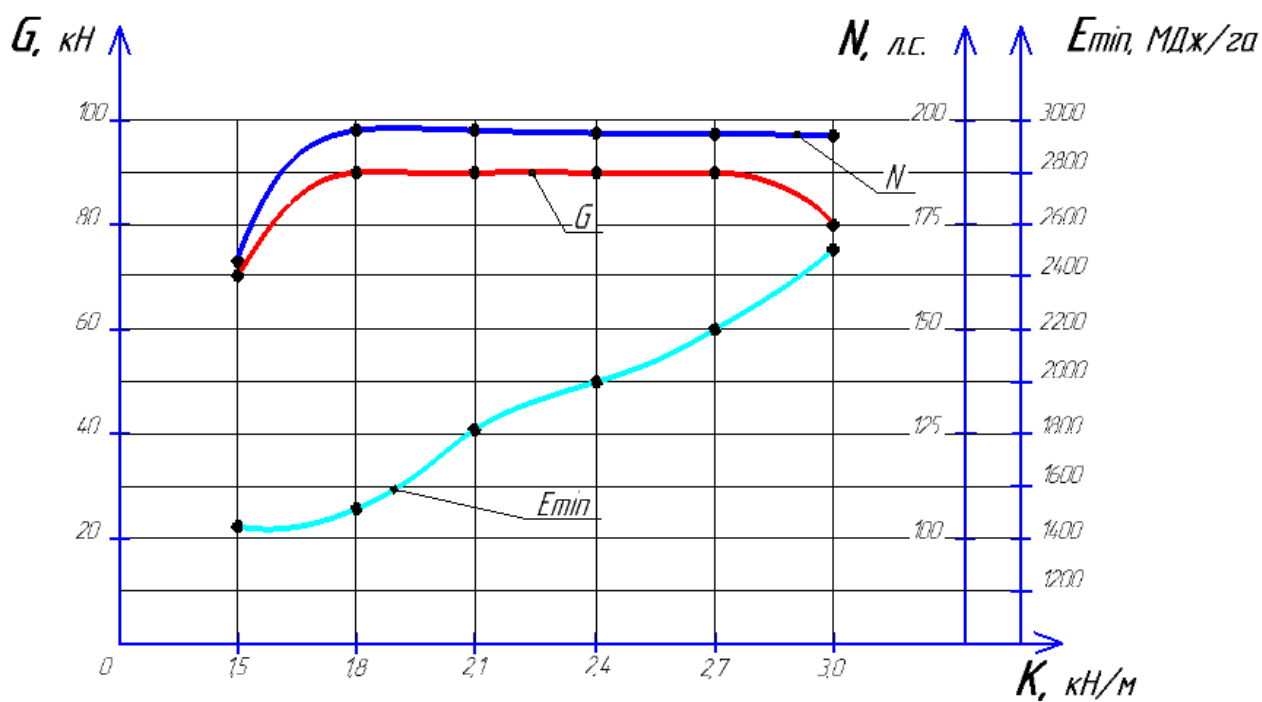


Рисунок 1.7 – Зависимость основных параметров трактора от удельного сопротивления

На рисунке 1.8 видно, как меняются оптимальные значения основных параметров трактора при изменении максимальной скорости агрегата. На графике видно, что рабочая скорость изменяется в пределах от 7 до 13 км/ч. Удельное сопротивление равно 1,6 кН/м. Вес трактора не меняется.

Мощность двигателя увеличивается почти в 2 раза. При максимальной скорости равной 7 км/ч мощность двигателя составляет 105,9 л.с. При движении со скоростью 13 км/ч мощность трактора должна быть 194 л.с.

Суммарные энергозатраты постепенно уменьшаются. При максимальной скорости 7 км/ч энергозатраты составляют 1643,4 МДж/га. С 7 до 13 км/ч энергозатраты уменьшаются до 1421,5 МДж/га.

Из этого следует, что для увеличения скорости движения трактора нужно лишь повысить мощность двигателя, оставив вес неизменным.

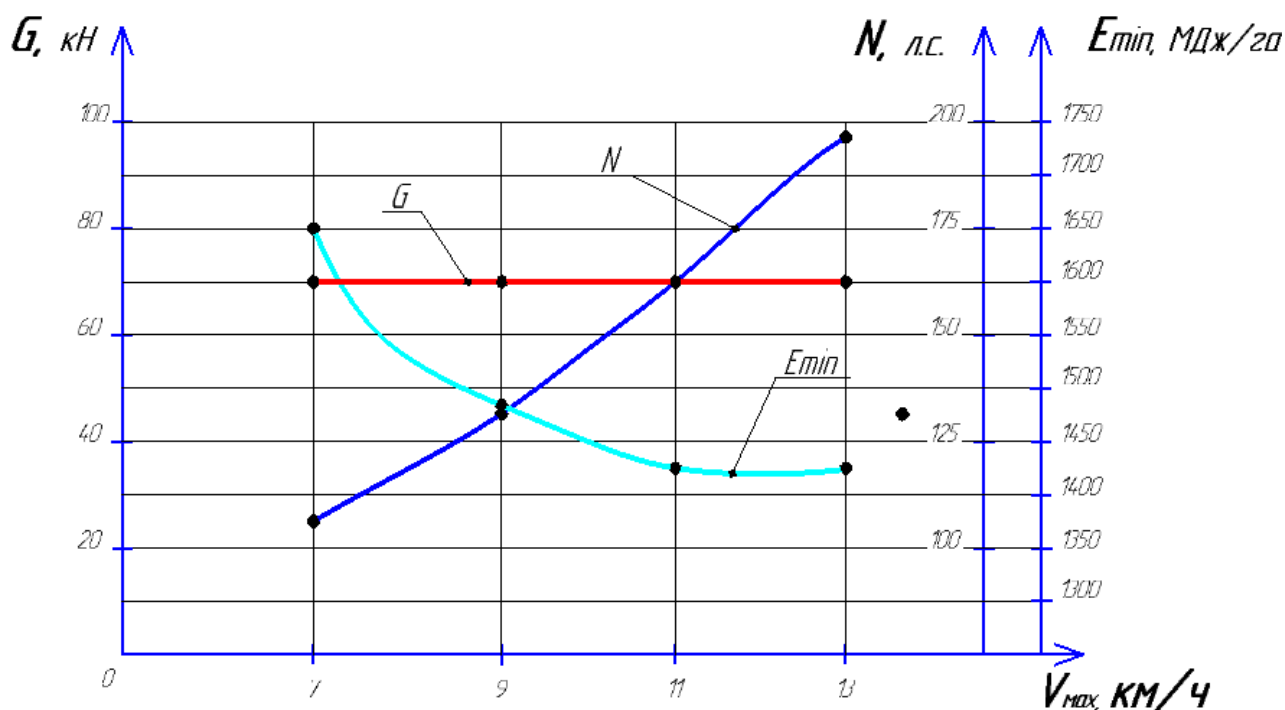


Рисунок 1.8 – Зависимость основных параметров трактора от максимальной скорости

Все расчеты, которые были проведены в программе, показаны в приложении А.

В ходе расчетов выявилось, что основное влияние на указанное сочетание параметров оказывает сопротивление почвы и максимальная скорость трактора. Внимательно изучив графики, было выявлено, что вес трактора находится в пределах 65-75кН. А мощность двигателя в пределах 120-220 л.с.

В связи с тем, что для проектирования трактора в задание удельное сопротивление почвы 1,5-3,0 кН то выбираем эксплуатационную массу равную 70 кН что позволяет работать на скоростях до 11 км/ч. За мощность двигателя было решено принять значение 165 л.с.

Среди разных просмотренных технических средств существуют трактора с характеристиками, близкими к оптимальным. Например, трактор МТЗ 1523 имеет вес 62 кН, двигатель мощностью 155 л.с.

2 РАСЧЕТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ТЯГОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЕКТИРУЕМОГО ТРАКТОРА

Задание для расчета теоретической тяговой характеристики

- Тип ходовой части трактора – 4к4;
- Класс трактора: $P_{кр.ном.}$ – 30 - 40 кН;
- Средняя рабочая скорость: $V_{ср}$ – 11 км/ч;
- Номинальная частота вращения к/вала двигателя: $n_{ен}$ – 2100 об/мин;
- Удельный расход топлива: $g_{еном}$ – 227 г/кВт ч;
- Коэффициент C_1 для расчета характеристики двигателя: 0,8.

2.1. Расчет теоретической тяговой характеристики трактора.

Обоснуем, для чего нужен расчет и построение теоретической тяговой характеристики проектируемого трактора. Что бы определить по тяговой характеристики величину буксования и КПД тяговой. После чего можно сделать вывод о том, что полученные теоритические буксование и КПД тяговой не выходят за рамки допустимого значения. После этого можно заделать вывод о том, что эксплуатационная масса определена, верно.

Эта характеристика рассчитывается и строится для работы на заданных агрофоне на всех передачах. Тяговые показатели трактора и эффективность его использования в сельскохозяйственном производстве в соответствии с назначением и условиями эксплуатации зависят от правильного выбора основных параметров: веса, мощности и типа регуляторной характеристики двигателя, передаточных чисел трансмиссии. [5]

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.

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_e , G_T , $n_e = f(M_e)$). Верхняя часть представляет собой тяговую характеристику трактора – V_d , $N_{кр}$, $g_{кр}$, δ , $\eta_{тяг} = f(P_{кр})$.

Определение массы трактора.

Различают конструктивную и эксплуатационную массы трактора. Конструктивную массу иногда называют «сухой» массой - это масса трактора сразу после сборки – без заправок маслом, топливом, охлаждающей жидкостью, без инструмента, дополнительных грузов и тракториста, а эксплуатационная – уже трактора, готового к работе в поле т.е., полностью снаряженного.

Эксплуатационная (полная) масса:

$$m_э = m_k (1,06...1,12), \text{ кг} \quad (2.1)$$

где $m_э$ – эксплуатационная масса, кг;

m_k – конструктивная масса, кг;

Принимая во внимание, что $m_k=7100$ кг находим

$$m_э = 7100 \times 1,065 = 7600 \text{ кг}$$

Рассчитанная конструктивная и эксплуатационная масса не подходит рассчитанной массе в программе MATLAB, поэтому возьмём массу рассчитанной в программе MATLAB. Потому что программа более точнее определяет массу в разных условиях работы проектируемого трактора. Эксплуатационная масса будет равняться 7100 кг.

Определение параметров ходовой части.

К определяемым параметрам ходовой части относятся: размеры ведущих колес, для колесного трактора, и размеры ведущей звездочки – для гусеничных тракторов.

Ведущие колеса выбираем тракторного типа – с редким и глубоким рисунком, с учетом нагрузки на одно колесо:

$$G_{к1} = \frac{m_э \lambda_к 9,81}{2}, \text{ Н} \quad (2.2)$$

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

$m_э$ – эксплуатационная масса, кг;

$\lambda_к$ – коэффициент распределения веса на ведущее колесо.

Принимая во внимание, что $m_э=7645$ кг, $\lambda_к=0,92$ находим

$$G_{к1} = \frac{7100 \times 0,92 \times 9,81}{2} = 32039 \text{ Н}$$

Зная, нагрузку на одно колесо из справочника по автотракторным шинам определяем шину. Для трактора подойдет шина 20,4' – 38', где первая цифра ширина или высота профиля, а вторая – посадочный диаметр в дюймах.

Далее определим радиус ведущего колеса:

$$r_к = 0,0254 \times [0,5 \times d + H(1 - \delta_1)], \text{ м} \quad (2.3)$$

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

d – посадочный диаметр в дюймах,

H – высота профиля в дюймах;

δ_1 – коэффициент радиальной деформации шины, $\delta_1 = 0,11 \dots 0,13$.

Принимая во внимание, что $d=38$, $H=18,4$ находим

$$r_к = 0,0254 \times [0,5 \times 38 + 20,4 \times (1 - 0,12)] = 0,93 \text{ м}$$

Определим номинальную мощность двигателя.

Номинальная мощность тракторного двигателя определяется с учетом класса трактора, т.е. номинального тягового усилия на крюке – $P_{кр.ном.}$, а так же 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:

$$N_{е.ном} = \frac{V_{ср}(P_{кр.ном} + m_{э}f 9,81)}{1000 \eta_{тр}}, \text{ кВт} \quad (2.4)$$

где $N_{е.ном}$ – номинальная мощность двигателя, кВт;

$V_{ср}$ – скорость движения на одной из низших передачах, используемых при выполнении тяжелых работ, м/с;

$P_{кр.ном}$ – номинальное тяговое усилия на крюке, Н;

$m_{э}$ – эксплуатационная масса, кг;

f – коэффициент сопротивления движению при работах в нормальных условиях;

$\eta_{тр}$ – к.п.д. трансмиссии трактора. $\eta_{тр} = 0,9$.

Принимая во внимание, что $V_{ср}=3,3$ м/с, $P_{кр.ном}=30000$ Н, $m_{э}= 7100$ кг, $f= 0,12$; $\eta_{тр} = 0,9$ находим

$$N_{е.ном} = \frac{3,3 \times (30000 + 7100 \times 0,12 \times 9,81)}{1000 \times 0,9} = 140 \text{ кВт}$$

Рассчитанная номинальная мощность двигателя будет больше рассчитанной мощности в программе MATLAB поэтому возьмём мощность рассчитанной в программе MATLAB. Потому что программа более точнее определяет и его будет достаточно. Номинальная мощность будет равна 165 л.с. (121 кВт).

Основные параметры двигателя.

К основным параметрам двигателя относятся: номинальные мощность – $N_{\text{еном}}$, крутящий момент – $M_{\text{еном}}$, часовой расход топлива – $G_{\text{тном}}$, удельный расход топлива – $g_{\text{еном}}$ и частота вращения коленчатого вала – $n_{\text{еном}}$. При этом $n_{\text{ен}}$ и $g_{\text{ен}}$ – даны в задании, $N_{\text{ен}}$ – уже определили выше.

Определим крутящий момент двигателя:

$$M_{\text{еном}} = \frac{30 \times 10^3 \times N_{\text{еном}}}{\pi \times n_{\text{еном}}}, \text{ Нм.} \quad (2.5)$$

где $M_{\text{еном}}$ – крутящий момент двигателя, Нм;

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

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

Принимая во внимание, что $N_{\text{еном}} = 121$ кВт, $n_{\text{еном}} = 2100$ об/мин находим

$$M_{\text{еном}} = \frac{30 \times 10^3 \times N_{\text{еном}}}{\pi \times n_{\text{еном}}} = \frac{30 \times 10^3 \times 121}{3,14 \times 2100} = 550,5 \text{ Нм}$$

Определим номинальный часовой расход топлива:

$$G_{\text{тном}} = \frac{q_{\text{еном}} N_{\text{еном}}}{1000}, \text{ кг/ч} \quad (2.6)$$

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

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

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

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

Принимая во внимание, что $N_{\text{еном}} = 143$ кВт, $n_{\text{еном}} = 2100$ об/мин находим

$$G_{\text{тном}} = \frac{q_{\text{еном}} N_{\text{еном}}}{1000} = \frac{227 \times 121}{1000} = 27,46 \text{ кг/ч}$$

Таким образом, все номинальные параметры определены. По этим параметрам подберём прототип двигатель из тех, которые установлены на

имеющихся тракторах. Возьмём двигатель ММЗ Д – 260.1S установленный на тракторе МТЗ – 1523.

ММЗ Д – 260.1S представляют собой 4-х тактный поршневой шестицилиндровый двигатель внутреннего сгорания с рядным вертикальным расположением цилиндров, непосредственным впрыском дизельного топлива и воспламенением от сжатия.

Приведем его основные технические данные:

- Тип - 4-х тактный, рядный с турбонаддувом;
- Число цилиндров, шт – 6;
- Способ смесеобразования - Непосредственный впрыск топлива;
- Степень сжатия (расчетная) - $15,1 \pm 1$;
- Диаметр цилиндра, мм – 110;
- Ход поршня, мм – 125;
- Рабочий объем, л – 7,12;
- Порядок работы - 1-5-3-6-2-4;
- Система охлаждения – жидкостная;
- Номинальная частота вращения, об/мин – 2100;
- Мощность номинальная, кВт - 121;
- Максимальный крутящий момент, Нм - 660;
- Удельный расход топлива, г/кВтч – 227.

Далее для расчетов используются номинальные значения параметров двигателя – $N_{\text{еном}}$, $M_{\text{еном}}$, $G_{\text{т.ном}}$, $g_{\text{еном}}$ и $n_{\text{еном}}$ которые уже определены выше.

Определим наибольшую скорость вращения коленчатого вала при полной подаче топлива, но без нагрузки:

$$n_{\text{ex/x}} = n_{\text{еном}} * (1 + b_p), \text{ об/мин} \quad (2.7)$$

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

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

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

Принимая во внимание, что $n_{\text{еном}} = 2100$ об/мин, $b_p = 0,085$ находим

$$n_{\text{ex/x}} = 2100 \times (1 + 0,085) = 2278 \text{ об/мин}$$

Определим величину расхода топлива:

$$G_{\text{ТХ/Х}} = G_{\text{ТНОМ}} (0,25 \dots 0,30), \text{ кг/ч} \quad (2.8)$$

где $G_{\text{ТХ/Х}}$ – величину расхода топлива, кг/ч;

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

Принимая во внимание, что $G_{\text{ТНОМ}} = 27,46$ кг/ч находим

$$G_{\text{ТХ/Х}} = 27,46 \times 0,26 = 7,1 \text{ кг/ч}$$

Далее рассчитываем значения передаточных чисел трансмиссии трактора для каждой передачи:

$$i_{\text{тр}} = 0,105 \times \frac{n_{\text{еном}} \times 3,6 \times r_{\text{к}}}{V}, \quad (2.9)$$

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

$r_{\text{к}}$ – радиус ведущего колеса, м;

V – скорость движения проектируемого трактора, км/ч.

Принимая во внимание, что $n_{\text{еном}} = 2100$ об/мин, $r_{\text{к}} = 0,93$ м

$$i_{\text{тр1}} = 0,105 \times \frac{2100 \times 3,6 \times 0,93}{5,2} = 141,9;$$

$$i_{\text{тр2}} = 0,105 \times \frac{2100 \times 3,6 \times 0,93}{6,1} = 121;$$

$$i_{\text{тр3}} = 0,105 \times \frac{2100 \times 3,6 \times 0,93}{7,2} = 102,5;$$

$$i_{\text{тр4}} = 0,105 \times \frac{2100 \times 3,6 \times 0,93}{8,3} = 88,9;$$

$$i_{\text{тр5}} = 0,105 \times \frac{2100 \times 3,6 \times 0,93}{9,9} = 74,5;$$

$$i_{\text{тр6}} = 0,105 \times \frac{2100 \times 3,6 \times 0,93}{10,9} = 67,7;$$

$$i_{\text{тр}7} = 0,105 \times \frac{2100 \times 3,6 \times 0,93}{11,3} = 65,3;$$

$$i_{\text{тр}8} = 0,105 \times \frac{2100 \times 3,6 \times 0,93}{13,2} = 55,9;$$

$$i_{\text{тр}9} = 0,105 \times \frac{2100 \times 3,6 \times 0,93}{14,9} = 49,5.$$

Таким образом, рассчитали все значения передаточных чисел трансмиссии трактора для каждой передачи.

2.2 Расчеты с использованием ЭВМ и построение теоретической тяговой характеристики трактора.

Для расчета теоретической тяговой характеристики с помощью ЭВМ необходимы следующие данные в таблице 2.2.1 для ввода их в ЭВМ. Эти данные уже рассчитаны. Некоторые значения параметров возьмём из технической характеристики выбранного прототипа - трактора МТЗ – 1523.

Таблица 2.2.1 – Данные для ввода в ЭВМ.

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение		Величина
		Обычное	в программе	
1	2	3	4	5
1.	Масса трактора, кг	m_3	M	7100
2.	Радиус ведущих колес, м.	r_k	R	0,847
3.	К.П.Д. трансмиссии	$\eta_{\text{тр}}$	H4	0,93
4.	Малые обороты холостого хода двигателя, об/мин.	n_{emin}	H1	700
5.	Номин. обороты вала двигателя, об/мин.	$n_{\text{еном}}$	H2	2100

Продолжение таблицы 2.2.1

1	2	3	4	5
6.	Мах. Обороты холостого хода двигателя, об/мин.	$n_{ex/x}$	H3	2278
7.	Номин. момент двигателя, Н.м.	$M_{еном}$	M2	550,5
8.	Мах. Момент двигателя, Н.м.	$M_{емах.}$	M3	660
9.	Номинальный часовой расход топлива, кг/ч.	$G_{тноm}$	G2	27,46
10.	Часовой расход на холостом ходу, кг/ч.	$G_{тx/x}$	G3	7,1
11.	Удельный расход топлива, г/кВт*ч	$g_{еноm}$	G4	227
12.	Коэф. сопрот. качению на заданном фоне.	f	F	0,12
13.	Коэф. сцепления на заданном фоне.	φ	F1	0,5
14.	Коэф. распределения веса на ведущие колеса.	λ_{κ}	L	1
15.	Коэффициенты для расчета буксования	a	A5	0,13
16.		b	B5	0,013
17.		c	C5	8
18.	Обороты двигателя при $M_{емах.}$	n_o	H6	1350
19.	Номин. усилие на крюке, Н.	$P_{кр.ном}$	P	30000
20.	Уточненные значения передаточных чисел трансмиссии трактора	$i_{тр.1}$	I1	141,9
21.		$I_{тр.2}$	I2	121
22.		$i_{тр.3}$	I3	102,5
23.		$i_{тр.4}$	I4	88,9
		$i_{тр.5}$	I5	74,5
		$i_{тр.6}$	I6	67,7
		$i_{тр.7}$	I7	65,3

Продолжение таблицы 2.2.1

1	2	3	4	5
23		$i_{тр.8}$	I8	55,9
		$i_{тр.9}$	I9	49,5
24.	Начальное значение усилия на крюке, Н	$P_{кр.нач}$	P1	10
25.	Номин. мощность ; кВт	N_{enom}	N2	121
26.	Коэффициент C_1	C_1	C1	0,8
27.	Коэф. $C_2=2-C_1$	C_2	C2	1,2

После ввода данных в ЭВМ программа начинает рассчитывать.

По результатам расчетов машина выдает распечатку, где правые 5 колонок – это данные по двигателю:

- N – n_e , об/мин;
- N – N_e , кВт;
- $M1$ – M_e , Нм;
- G – G_T , кг/ч;
- $G1$ – g_e , г/кВт.ч.

Следующие 6 – это параметры трактора:

- P – $P_{кр}$, Н;
- B – δ ;
- $V1$ – $V_{дв}$, м/с;
- $N1$ – $N_{кр}$, кВт;
- $G5$ – $g_{кр}$, г/кр.кВт.ч;
- $H5$ – $\eta_{тяг}$

Все эти значения для 9 передач приведены в приложении Б.

По этим данным построим теоретическую тяговую характеристику проектируемого трактора, которая представлена на рисунке 2.1.

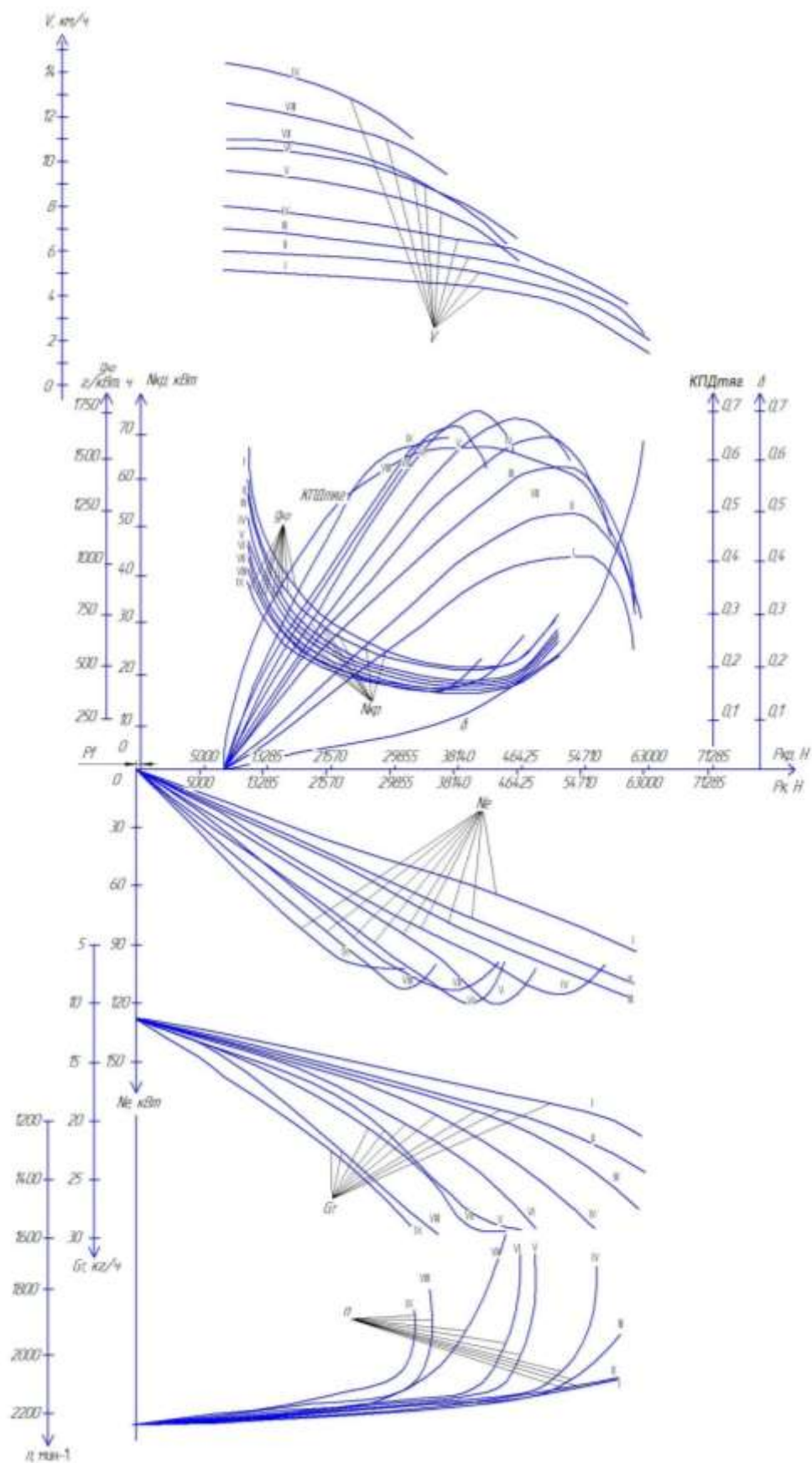


Рисунок 2.1 – Теоретическая тяговая характеристика проектируемого трактора

2.3 Анализ тяговой характеристики трактора.

После построения сделаем анализ тяговой характеристики трактора с объяснением характера изменения и указанием значений в наиболее характерных точках по каждому показателю.

1. По мере роста тягового усилия трактора крюковая мощность пропорционально увеличивается от 0 до $N_{кр.мах} = 74,11$ кВт на пятой передаче и $N_{кр.мах} = 70,27$ кВт на шестой передаче. Эти значения примерно соответствуют $P_{кр.н} = 38-44$ кН. Данное усилие трактор должен развивать на почве нормальной влажности и средней твердости 1,5 МПа; при этом буксование трактора не должно превышать 16 %. Тип трактора – сельскохозяйственное, общего назначения.[15]

При увеличении тягового усилия свыше 44 кН мощность на крюке уменьшается. В данном случае двигатель работает на перегрузочных режимах, частота вращения вала двигателя снижается, и скорость движения трактора резко уменьшается. И хотя усилие на крюке растет, но так как скорость движения уменьшается более интенсивно, произведение $P_{кр} \cdot V$ уменьшается, т.е. уменьшается мощность на крюке.

2. Буксование движителей по мере роста усилия на крюке медленно увеличивается, достигает при номинальном тяговом усилии 16 %. Это не превышает допустимое (нормируемое) значение, равное 16 %, что говорит о достаточно хороших (удовлетворительных) сцепных свойствах трактора. С ростом $P_{кр}$ свыше номинального значения буксование быстро растет из-за ухудшения тягово-сцепных свойств трактора и при $P_{кр} = 55$ кН достигает 32 %.

3. Часовой расход топлива G_T по мере загрузки трактора увеличивается от 7,2 кг/ч на холостом ходу до 17,5 кг/ч при номинальной силе тяги на крюке. При дальнейшем увеличении $P_{кр}$ расход топлива увеличивается.

4. Удельный (крюковой) расход топлива $g_{кр}$ по мере загрузки двигателя на холостом ходу уменьшается до 429 г/кВт·ч при номинальном тяговом усилии. С дальнейшим увеличением усилия на крюке удельный расход топлива

увеличивается до 849 г/кВт·ч из-за уменьшения мощности и перегрузочных режимов работы двигателя на корректорной ветви регуляторной характеристики. Минимальный удельный (крюковой) расход топлива $g_{кр.min}$ составил 367 г/тяг.кВт·ч при тяговом усилии $P_{кр} = 39$ кН, что соответствует аналогичному показателю, достигнутому на современных сельскохозяйственных тракторах.

Повышенный удельный расход топлива на холостом ходу и перегрузочном режиме работы двигателя объясняется неэкономичностью работы на данных режимах.

5. Тяговый КПД трактора по мере загрузки трактора увеличивается, достигает максимального значения, равного 0,625 при силе тяги на крюке 39 кН, а затем уменьшается.

Зона оптимальных значений тягового КПД, равных 0,58-0,6 достигается при изменении $P_{кр}$ в диапазоне от 31 до 44 кН.

3 ЭСКИЗНАЯ КОМПОНОВКА ПРОЕКТИРУЕМОГО ТРАКТОРА

3.1 Разработка эскизной компоновки проектируемого трактора.

Эскизная компоновка трактора используется для определения основных геометрических и весовых характеристик проектируемого трактора и сопровождается соответствующими расчетами основных геометрических и весовых параметров агрегатов.

За основу проектируемого трактора был взят уже существующий трактор МТЗ-1523, который представлен на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Трактор МТЗ–1523

Трактор МТЗ–1523 предназначен для выполнения сельхоз работ с навесной, полунавесной и прицепной техникой, работ на транспорте, с уборочными комплексами и средствами погрузки-разгрузки.

Традиционная для тракторов марки МТЗ компоновка – расположенная позади силовой установки не препятствующая доступу к двигателю при

ремонте или техническом обслуживании кабина и большие колеса сочетаются в МТЗ-1523 с современным, делающим машину узнаваемой дизайном пластиковых крыльев, крыши и капота.

Одноместная кабина машины оснащена соответствующим требованиям международных стандартов каркасом, предохраняющим оператора во время ее опрокидывания.

Также трактор оснащён регулируемым с учетом физиологических параметров водителя сидением, высоким уровнем шумоизоляции, большим объемом остекления, электроочистителями переднего и заднего стекла, системами подогрева и фильтрации подаваемого в салон воздуха, солнцезащитным козырьком, вынесенным и укрепленным на стойке и не мешающий обзору глушителем, дверными замками, возможностью установить пассажирское кресло, кондиционером и магнитолам обеспечивают максимум условий для комфортной и высокопроизводительной работы оператора.

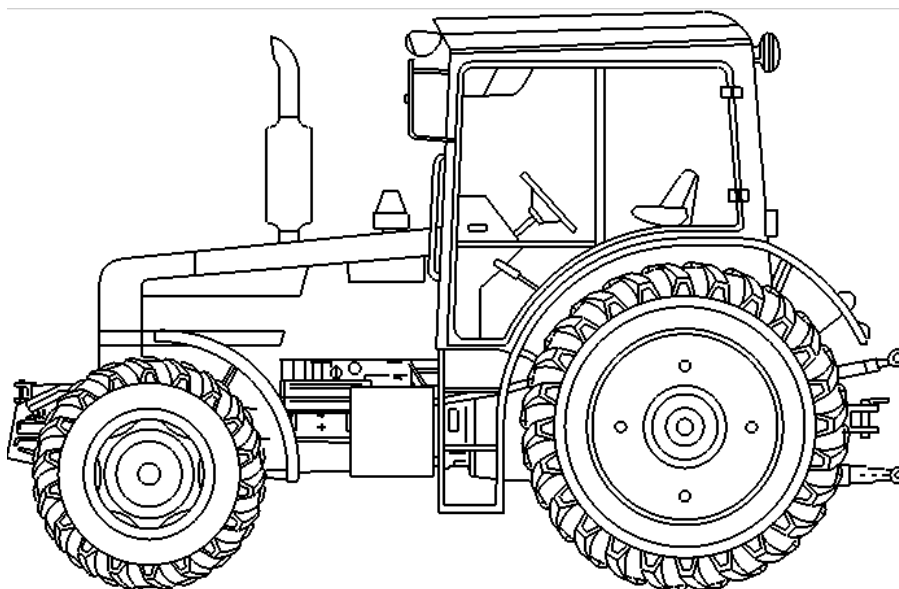


Рисунок 3.2 – Эскизная компоновка проектируемого трактора, вид слева

В эскизной компоновке трактора МТЗ-1523 еще многое можно изменить для более удобной работы оператора. Например, убрав двери и боковые стекла можно поставить полностью стеклянные двери как у зарубежных тракторов.

Таким образом, у оператора уменьшится “мертвая зона”. Можно увеличить крыло задних колес, чтобы грязь не попадала на ступеньки трактора. Все эти изменения показаны на рисунках 3.2, 3.3.

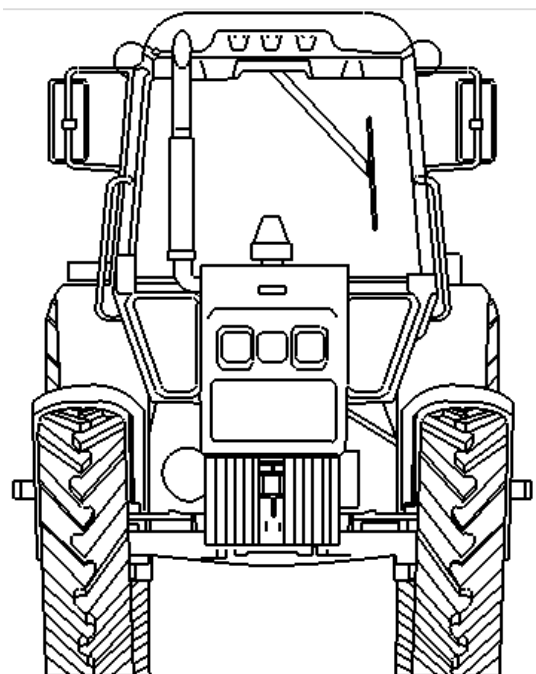


Рисунок 3.3 – Эскизная компоновка проектируемого трактора, вид спереди

3.2 Выбор сцепления для трактора.

Сцепление — механизм, работа которого основана на действии силы трения скольжения (фрикционная муфта); предназначен для передачи крутящего момента, плавного переключения передач, гашения крутильных колебаний, кратковременного отсоединения трансмиссии от маховика двигателя [13].

Определение коэффициента запаса.

Коэффициент запаса необходим для обеспечения надежной (без пробуксовки) передачи крутящего момента на установившемся режиме в течение расчетного времени эксплуатации и возможности разгона.

Дело в том, что в результате износа поверхностей трения и сбег

допусков при изготовлении муфты сцепления снижается усилие прижатия дисков и момент, передаваемый муфтой, может стать меньше требуемого. Снижает передаваемый муфтой момент и замасливание дисков продуктами износа.

Кроме того, при движении трактора муфта должна передавать момент больший, чем на установившихся режимах. Все эти факторы учитываются коэффициентом запаса. Чем больше, тем меньше будет буксовать муфта и, следовательно, меньше изнашиваться. Но при больших значениях коэффициента запаса в трансмиссии возрастут динамические нагрузки, т.е. уменьшатся предохранительные функции муфты сцепления.

Значение коэффициента запаса выбирается на основании рекомендаций, полученных в результате опыта проектирования и эксплуатации.

Рекомендуются следующие значения коэффициента запаса сцепления β :

1. Для легковых автомобилей1,2 – 1,75
2. Для грузовых автомобилей.....1,5 – 2,2
3. Для автомобилей повышенной и высокой проходимости1,8 – 3,0
4. Для тракторов с постоянно замкнутыми МС.....2,2 – 3,5
5. Для тракторов с непостоянно замкнутыми МС.....2,5 – 4,0
6. Многодисковые муфты, работающие в масле.....2,0 – 2,5

Для проектируемого трактора выберем значение коэффициента запаса сцепления равной $\beta = 3,0$. Так как на выбранном прототипе трактора используется фрикционная «сухая» двухдисковая постоянно-замкнутого типа.

Определения удельного давления.

Удельное давление – это отношение нажимной силы Q к эффективной площади одной поверхности трения F_{Σ} .

Удельное давление q является одним из параметров оценки износостойкости фрикционных колец. Чем оно ниже, тем выше износостойкость сцепления.

Удельное давление не дает износ поверхности трения, так как

достоверной характеристики долговечности муфты в основном, зависит от величины работы трения и температурной напряженности рабочих поверхностей при буксовании муфты в процессе ее включения.

Удельное давление (q) выбирают в пределах:

для стальных колец - 2-2,5 кгс/см²;
 для асбобакелитовых - 1,5-2 кгс/см²;
 для безасбестовых – 1,5-3 кгс/см²;
 для металлокерамических - до 3,5 кгс/см².

Для проектируемого трактора выберем безасбестовую накладки для муфты сцепления. Удельное давление которых равняется 1,5-3 кгс/см².

Расчет числа пар трения фрикционной муфты сцепления

Исходные данные для расчета:

Максимальный момент двигателя – 660 Нм;
 Коэффициент запаса – $\beta=3,0$;
 Средний радиус поверхности трения – $R_c=14$ см;
 Ширина поверхности трения – $b=7$ см.

Пара трения сталь по металлокерамике – $q=2,5$ Мн/м²; $\mu=0,082$.
 Предположим, что на поверхностях металлокерамических дисках имеются спиральные и радиальные каналы, занимающие 50% площади трения.

Определим число пар трения фрикционной муфты сцепления:

$$z = \frac{\beta \cdot M_{gmax}}{2\pi\mu qbR_c^2}, \quad (3.1)$$

где z – число пар трения;

β – коэффициент запаса;

M_{gmax} – максимальный момент двигателя, Нм;

b – ширина поверхности трения, см;

R_c – средний радиус поверхности трения, см.

Принимая во внимание, что $\beta=3,0$; $M_{gmax}=660$ Нм; $\pi=3,14$; $\mu=0,082$;
 $q=2,5$ Мн/м²; $b=7$ см; $R_c=14$ см находим

$$z = \frac{\beta \cdot M_{\text{max}}}{2\pi\mu qbR_c^2} = \frac{3 \times 660}{2 \times 3,14 \times 0,082 \times 2,5 \times 7 \times 14^2 \times 0,5} = 2,2$$

Принимаем $Z = 2,2$. Значит муфта сцепления фрикционная сухая, двухдисковая постоянно-замкнутого типа. На рисунке 3.4 показано сухая фрикционная муфта сцепления, двухдисковая постоянно-замкнутого типа, который будет использоваться на проектируемом тракторе.



Рисунок 3.4 – Двухдисковая сухая фрикционная муфта сцепления

3.3 Коробка передач для проектируемого трактора.

Для проектируемого трактора поставим коробку передач 16F+8R. Коробка передач – 16/8, механическая, ступенчатая, диапазонная (4 диапазона переднего хода и 2 заднего хода), с переключением передач внутри диапазонов с помощью синхронизаторов. Обеспечивает 16 передач вперед и 8 назад, а также привод ПВМ и синхронного ВОМ. Состоит из корпуса, узла передач, вала пониженных передач и заднего хода, блока шестерен, вторичного вала-шестерни, механизма управления и гидросистемы коробки передач [12].

Коробка передач для проектируемого трактора показано на рисунке 3.5.

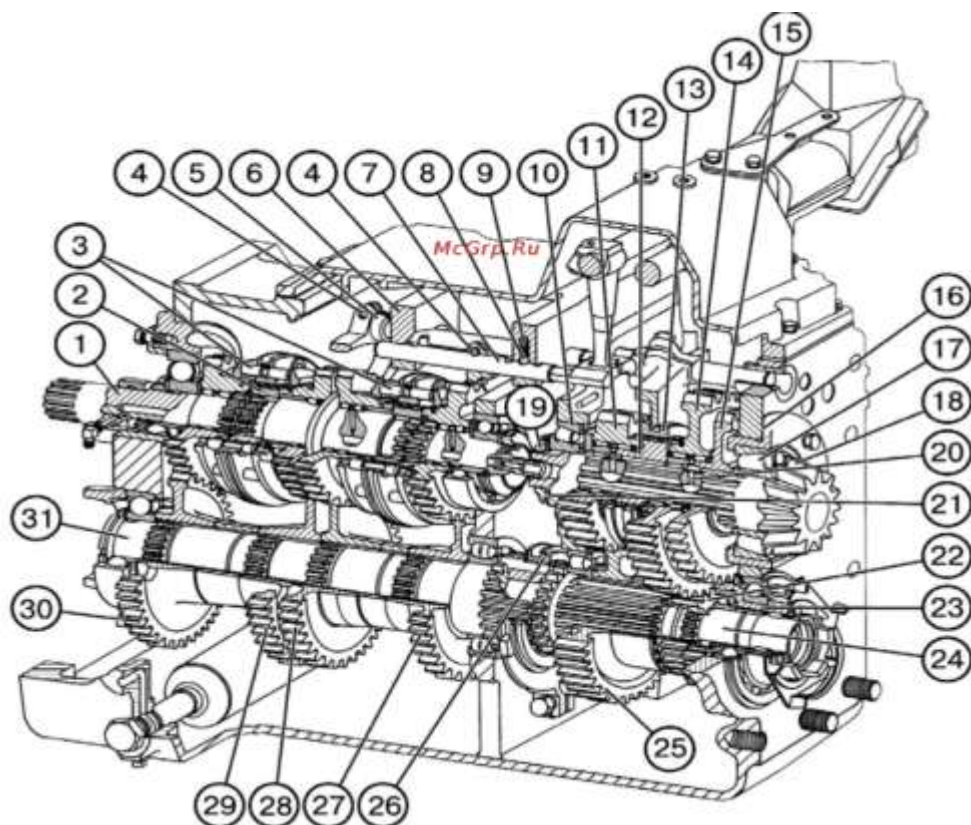


Рисунок 3.5 – Коробка передач:

1 – вал первичный; 2, 20 – втулки; 3 – синхронизатор; 4 – вилки; 5, 7 – поводки;
6 – корпус вилок; 8 – шарик; 9 – пружина; 10, 17 – подшипники; 11, 14, 15, 22, 23, 25,
27, 28, 29, 30 – шестерни; 12 – полумуфта; 13, 26 – зубчатые муфты;
16, 21 – прокладки регулировочные; 18 – вал вторичный; 19 – гайка; 24 – вал блока
шестерен; 31 – вал промежуточный.

3.4 Постановка задачи конструкторской разработки

Задачей выпускной квалификационной работы будет являться разработка встроенной диагностики системы впуска воздуха в двигатель, которая позволит уменьшить трудовые и материальные затраты на проведение диагностики двигателя, а также уменьшить эксплуатационные затраты, вследствие меньшего износа двигателя и как следствие уменьшения расход топлива.

Кроме того, организация встроенной диагностики системы впуска воздуха позволит сократить время и затраты труда на диагностику двигателя в целом при проведении ТО и ремонтов, что позволит получить экономический эффект.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	опорного цилиндра. Измерение углового перемещения коленчатого вала осуществляют при помощи датчика углового перемещения, преобразующего угловое перемещение вала в электрические сигналы, передаваемые через блок селекции и коммутатор на цифровой счетчик. Момент открытия клапана и положение вала, соответствующее верхней мертвой точке поршня цилиндра, определяют с помощью датчиков, электрические сигналы которых также поступают на блок селекции и коммутатор, управляющий началом и окончанием измерения углового перемещения коленчатого вала. По показаниям счетчика определяют цифровое значение угла поворота коленчатого вала и, сравнивая это значение с цифровым значением требования конструкторской документации к газораспределительному механизму, определяют его состояние. Раскрыто устройство для осуществления способа.
					</

Технический результат заключается в повышении точности измерения.

Изобретения относятся к машиностроению и могут быть использованы для диагностирования газораспределительного механизма двигателя внутреннего сгорания (ДВС) при его эксплуатации, для измерения угловых параметров газораспределительного механизма (ГРМ) после сборки двигателя на ремонтном или машиностроительном предприятии с целью итогового контроля технологического процесса ремонта или изготовления двигателя.

Одним из важнейших параметров диагностирования ГРМ является величина угла поворота коленчатого вала ДВС от момента начала или окончания движения клапана до момента положения коленчатого вала, соответствующего положению поршня первого (опорного) цилиндра в верхней мертвой точке (ВМТ) или в нижней мертвой точки (НМТ). Числовое значение этих углов является характерным для каждой марки двигателя и устанавливается разработчиком при доводке новой конструкции двигателя, но в процессе эксплуатации двигателя вследствие износа звеньев кинематической цепи «коленчатый вал - клапан» изменяется, что приводит к снижению эффективных показателей работы двигателя.

Известен способ диагностирования ГРМ, включающий измерение фаз открытия (закрытия) клапана в зависимости от поворота коленчатого вала ДВС при котором получают график изменения давления в цилиндре с помощью осциллографа при работе двигателя на холостом ходу. По положению характерных точек и участков графика давления в цилиндре судят о правильности взаимного положения коленчатого и кулачкового (газораспределительного) валов. Данный способ определяет скорее качественную, а не количественную характеристику фаз газораспределения, т.к. давление в цилиндре определяется не только состоянием ГРМ, но состоянием цилиндра-поршневой группы, состоянием сопряжения «клапан - гнездо клапана» и др. Способ предусматривает использование сложного и дорогостоящего оборудования (специальный осциллограф со встроенным модулем и программой «USB - осциллограф»).

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						2
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Наиболее близким по технической сущности и по достигаемому результату является способ (ГОСНИТИ) проверки фаз газораспределения двигателя «в статике», (Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве. Под ред. Черноиванова В.И. М., 2003), заключающийся в том, что с помощью шаблона-угломера (например КИ - 13902) измеряют угол поворота коленчатого вала от момента начала открытия впускного клапана первого цилиндра до положения вала соответствующего ВМТ поршня первого цилиндра; измеренную с помощью шаблона величину угла сравнивают с эталонным значением (заданным конструкторской документацией) и делают вывод о состоянии газораспределительного механизма. Данный способ трудоемок (операция выполняется двумя исполнителями), велика погрешность измерения вследствие применения несовершенного средства измерения и отсутствия учета динамического фактора на передачу движения от коленчатого вала к клапану.

Известно устройство для диагностирования газораспределительного механизма ДВС (G01M 15/00, авторское свидетельство СССР №1686332, А1), содержащее датчик усилия и величины линейного перемещения клапанов, потенциометр для преобразования величины угла поворота коленчатого вала в электрический сигнал, двухкоординатный самописец, на который подаются сигналы датчиков и потенциометра через трехпозиционный выключатель. Полученные графики аналоговых сигналов сравнивают с эталонными графиками и делают выводы о состоянии ГРМ. Основными недостатками устройства является его ограниченность получением информации о ГРМ в виде аналогового сигнала, последующего измерения линейных величин сигналов и пересчета линейных значений в угловые.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому эффекту является устройство (Патент Российской Федерации N 2042125 кл. G01M 15/00, прототип), содержащее электроизолированное от головки седло клапана и клапан, соединенные последовательно проводами с осциллографом, образуя электрическую цепь; с осциллографом соединен и датчик ВМТ. Момент

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докцм.	Подпись	Дата		3

разрыва цепи (начало подъема клапана) и отметка сигнала датчика ВМТ фиксируются осциллографом, и по длине линии развертки между двумя отметками судят о величине угла поворота коленчатого вала.

Это устройство сложно в осуществлении: электрическая изоляция седла даже одного клапана технологически сложна и трудоемка, измерение угла по длине линии развертки осциллографа не обеспечивает достаточной точности.

Задача технического решения - повышение точности измерения фаз при диагностировании ГРМ двигателя при его работе на холостом ходу или при вращении его стартером, снижение трудоемкости проведения операции диагностирования, расширение номенклатуры проверяемых двигателей.

Поставленная задача решается тем, что в предлагаемом способе диагностирования газораспределительного механизма двигателя внутреннего сгорания, заключающемся в измерении углового перемещения коленчатого вала двигателя с момента открытия впускного клапана первого опорного цилиндра до момента положения вала, соответствующего верхней мертвой точке поршня опорного цилиндра, в отличие от прототипа измерение углового перемещения коленчатого вала осуществляют при помощи датчика углового перемещения, преобразующего угловое перемещение вала в электрические сигналы, передаваемые через блок селекции и коммутатор на цифровой счетчик, момент открытия клапана и положение вала, соответствующее верхней мертвой точке поршня цилиндра, определяют с помощью датчиков, электрические сигналы которых также поступают на блок селекции и коммутатор, управляющий началом и окончанием измерения углового перемещения коленчатого вала, по показаниям счетчика определяют цифровое значение угла поворота коленчатого вала и, сравнивая это значение с цифровым значением требования конструкторской документации к газораспределительному механизму, определяют его состояние.

Через каждый полный цикл работы цилиндра показания цифрового счетчика предварительно заносят в базу данных компьютера, а затем с

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

помощью датчика положения выпускного клапана, блока селекции и коммутатора показания счетчика обнуляют и процесс измерения повторяют.

Устройство для диагностирования газораспределительного механизма двигателя внутреннего сгорания, содержащее датчик положения коленчатого вала, соответствующего верхней мертвой точке поршня опорного цилиндра, в отличие от прототипа на коленчатом валу для измерения угла его перемещения установлен датчик углового перемещения, соединенный с блоком селекции и коммутатором, установленным вне двигателя, к которому подсоединены датчик положения впускного клапана, размещенный на съемной технологической крышке клапанного механизма, устанавливаемой на диагностируемый двигатель, блок селекции и коммутатор подсоединены к блоку питания и цифровому счетчику, также соединенному с блоком питания. Устройство дополнительно содержит датчик положения выпускного клапана, размещенный на съемной технологической крышке клапанного механизма и соединенный с блоком селекции и коммутатором, а также компьютер, подсоединенный к цифровому счетчику. Использование датчика-энкодера для измерения углового перемещения коленчатого вала позволяет в сочетании с цифровым счетчиком повысить точность измерения, представить результаты измерения в виде числовых значений на дисплее счетчика или, при необходимости, передать их в базу данных компьютера для хранения и последующей статистической обработки, а использование технологических крышек клапанного механизма, соответствующих маркам проверяемых двигателей, снижает трудозатраты диагностирования двигателей и расширяет их номенклатуру.

Проведенный поиск по патентной и научно-технической литературе показал, что новая совокупность признаков и в способе, и в устройстве, позволяющая повысить точность измерения фаз газораспределения ДВС при его работе на холостом ходу и снизить трудоемкость диагностирования не известна из уровня техники, что доказывает соответствие технического решения критерию «новизна» и «изобретательский уровень».

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		

Для осуществления заявляемого способа используют устройство для диагностирования газораспределительного механизма ДВС путем измерения, цифровой визуализации и сохранения данных результатов измерения, блок-схема которого представлена на чертеже.

Устройство содержит датчик 1 (энкодер), преобразующий угловое перемещение коленчатого вала в электрические сигналы; смонтированные на технологической крышке два и более датчика 2 положения впускного и выпускного клапанов (например, два датчика на первом (опорном) цилиндре ДВС); датчик 3 положения коленчатого вала, соответствующего ВМТ поршня опорного цилиндра, установленный на коленчатом валу, блок 4 селекции и коммутатор для подключения датчиков 2 и 3 подачи на цифровой счетчик 6 сигналов - команд «счет», «стоп», «обнуление»; блок 7 питания с выходными характеристиками, соответствующими требованиям энергообеспечения цифрового счетчика и блока 4 селекции, персональный компьютер 5 (при необходимости).

Устройство работает следующим образом. На проверяемый двигатель с предварительно отрегулированными тепловыми зазорами клапанов устанавливается технологическая крышка со смонтированными на ней датчиками 2 положения клапанов. Поворачивая коленчатый вал двигателя («от руки» или стартером), устанавливают кулачковый вал в положение «оба клапана закрыты»; датчики 2 положения клапанов, соединенные проводниками с блоком 4 селекции и коммутации 4, регулируют так, чтобы при изменении положения клапана (при начале движения) происходила смена потенциала на датчике 2, которая используется для выработки команд счетчику, при этом датчик 2 положения впускного клапана формирует команду «счет», а датчик 2 положения выпускного клапана этого же цилиндра формирует команду «обнуление». К цифровому счетчику 6 и блоку 4 селекции подключают блок питания 7. Цифровой счетчик 6 и блок 4 селекции и коммутации располагают в положении, удобном для управления и визуального наблюдения. Для проведения измерения датчику 1 углового перемещения (энкодеру) сообщают

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		

синхронные с коленчатым валом обороты (например, вал датчика прижимают через удлиняющую штангу к торцу коленчатого вала). «Вырезанное» из непрерывного потока количество электрических сигналов, соответствующее измеряемому углу поворота коленчатого вала, высвечивается на цифровом табло счетчика и (или) вводится в базу данных персонального компьютера; после команды обнуления на каждом последующем цикле (через каждый полный цикл работы цилиндра, т.е. 720° поворота коленчатого вала) счет электрических сигналов и процесс измерения повторяется.

Предложенный способ и устройство для его осуществления позволяют повысить точность измерения, снизить трудозатраты проведения операций диагностирования, увеличить номенклатуру проверяемых ДВС.

1. Способ диагностирования газораспределительного механизма двигателя внутреннего сгорания, заключающийся в измерении углового перемещения коленчатого вала двигателя с момента открытия впускного клапана первого опорного цилиндра до момента положения вала, соответствующего верхней мертвой точке поршня опорного цилиндра, отличающийся тем, что измерение углового перемещения коленчатого вала осуществляют при помощи датчика углового перемещения, преобразующего угловое перемещение вала в электрические сигналы, передаваемые через блок селекции и коммутатор на цифровой счетчик, момент открытия клапана и положение вала, соответствующее верхней мертвой точке поршня цилиндра, определяют с помощью датчиков, электрические сигналы которых также поступают на блок селекции и коммутатор, управляющий началом и окончанием измерения углового перемещения коленчатого вала, по показаниям счетчика определяют цифровое значение угла поворота коленчатого вала и, сравнивая это значение с цифровым значением требования конструкторской документации к газораспределительному механизму, определяют его состояние.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что через каждый полный цикл работы цилиндра показания цифрового счетчика предварительно заносят в базу

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

данных компьютера, а затем с помощью датчика положения выпускного клапана, блока селекции и коммутатора показания счетчика обнуляют и процесс измерения повторяют.

3. Устройство для диагностирования газораспределительного механизма двигателя внутреннего сгорания, содержащее датчик положения коленчатого вала, соответствующего верхней мертвой точке поршня опорного цилиндра, отличающееся тем, что на коленчатом валу для измерения угла его перемещения установлен датчик углового перемещения, соединенный с блоком селекции и коммутатором, установленным вне двигателя, к которому подсоединены датчик положения впускного клапана, размещенный на съемной технологической крышке, устанавливаемой на диагностируемый двигатель, блок селекции и коммутатор подсоединены к блоку питания и цифровому счетчику, также соединенному с блоком питания.

4. Устройство по п.3, отличающееся тем, что дополнительно содержит датчик положения выпускного клапана, размещенный на съемной технологической крышке, соединенный с блоком селекции и коммутатором, а также компьютер, подсоединенный к цифровому счетчику.

№ патента: RU 2484440

Патент №2

Название патента: Система питания воздухом комбинированного двигателя с вихревым терморегулятором наддувочного воздуха.

Авторы: Шабалин Д.В., Сергеев А.Ю., Дмитриев А.Д., Глухов Е.А., Радченко Д.А., Бабуцкий В.Н., Гладких С.В., Коробков В.С., Клюкин А.В., Бабакин А.Н., Килунин И.Ю.

Краткое описание: Предложение относится к области двигателестроения, а именно к системам питания двигателя воздухом и может быть использовано для повышения топливно-экономических и ресурсных показателей двигателей с наддувом.

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		

Известна система охлаждения двигателя внутреннего сгорания с наддувом (Авторское свидетельство №992765 МПК F01P 3/22, опубл. 30.01.83, бюл. №4), состоящая из рубашки охлаждения блока цилиндров, радиатор и циркуляционный насос, водовоздушный радиатор, охладитель масла и охладитель воздуха и система охлаждения двигателя внутреннего сгорания (Авторское свидетельство №676743 МПК F01P 3/20, опубл. 30.07.79, бюл. №28) состоящая из двигателя, внутреннего контура охлаждения цилиндров с установленными в нем насосом, охладителем жидкости, датчиком температуры.

Общим недостатком известных систем охлаждения является то, что они обладают небольшой точностью регулирования в связи с большой инерционностью элементов устройства, а также значительными габаритными размерами.

Наиболее близкой по технической сущности и достигаемому техническому результату к заявленной системе питания воздухом комбинированного двигателя с вихревым терморегулятором наддувочного воздуха является система питания воздухом комбинированного двигателя с глубоким охлаждением (Патент RU 168451 F02B 29/04, F01M 31/20, F02B 37/013. Оpubл. 02.02.17, Бюл. №4) содержащая двигатель, впускной трубопровод, выпускной трубопровод, компрессор, турбину, дополнительный выпускной трубопровод, нагнетающий трубопровод, глушитель, воздушный фильтр, воздушный трубопровод, охладительную турбину, охладительный компрессор, дополнительный воздушный трубопровод, охладительный трубопровод, вихревой охладитель, теплообменник.

Недостатком известной системы питания воздухом комбинированного двигателя с глубоким охлаждением является отсутствие возможности точного регулирования температуры наддувочного воздуха, а именно осуществления его подогрева до температуры 60-80°C, необходимой при работе дизеля на долевых нагрузках, особенно в условиях отрицательных температур окружающей среды. Длительная работа двигателя на долевых нагрузках,

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

особенно при низкой температуре окружающей среды может привести к низкотемператному осмолению деталей двигателя и, следовательно, к снижению его ресурса, а также к снижению топливной экономичности.

Техническим результатом заявленной системы питания воздухом комбинированного двигателя с вихревым терморегулятором наддувочного воздуха является повышение точности регулирования температуры наддувочного воздуха.

Технический результат достигается системой питания воздухом комбинированного двигателя с вихревым терморегулятором наддувочного воздуха, содержащей двигатель с впускным и выпускным трубопроводами, компрессор, турбину, дополнительный выпускной трубопровод, нагнетающий трубопровод, глушитель, воздушный фильтр, воздушный трубопровод, охлаждающую турбину, охлаждающий компрессор, дополнительный воздушный трубопровод, охлаждающий трубопровод, вихревой охладитель и теплообменник, при этом установлены перепускные клапаны в вихревой охладитель и тепловой ресивер, сообщенные перепускным трубопроводом, при этом во впускном трубопроводе расположен датчик температуры наддувочного воздуха, связанный с электронным блоком управления.

Предложение поясняется рисунком, где изображена схема системы питания воздухом комбинированного двигателя с вихревым терморегулятором наддувочного воздуха.

Заявленная система питания воздухом комбинированного двигателя с вихревым терморегулятором наддувочного воздуха содержит двигатель 1 с впускным 2 и выпускным 3 трубопроводами, компрессор 4, турбину 5, дополнительный выпускной трубопровод 6, нагнетающий трубопровод 7, глушитель 8, воздушный фильтр 9, воздушный трубопровод 10, охлаждающую турбину 11, охлаждающий компрессор 12, дополнительный воздушный трубопровод 13, охлаждающий трубопровод 14, вихревой охладитель 15, тепловой ресивер 16, перепускной трубопровод 17, перепускные клапаны 18-21,

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

электронный блок управления 22, датчик температуры наддувочного воздуха 23, теплообменник 24.

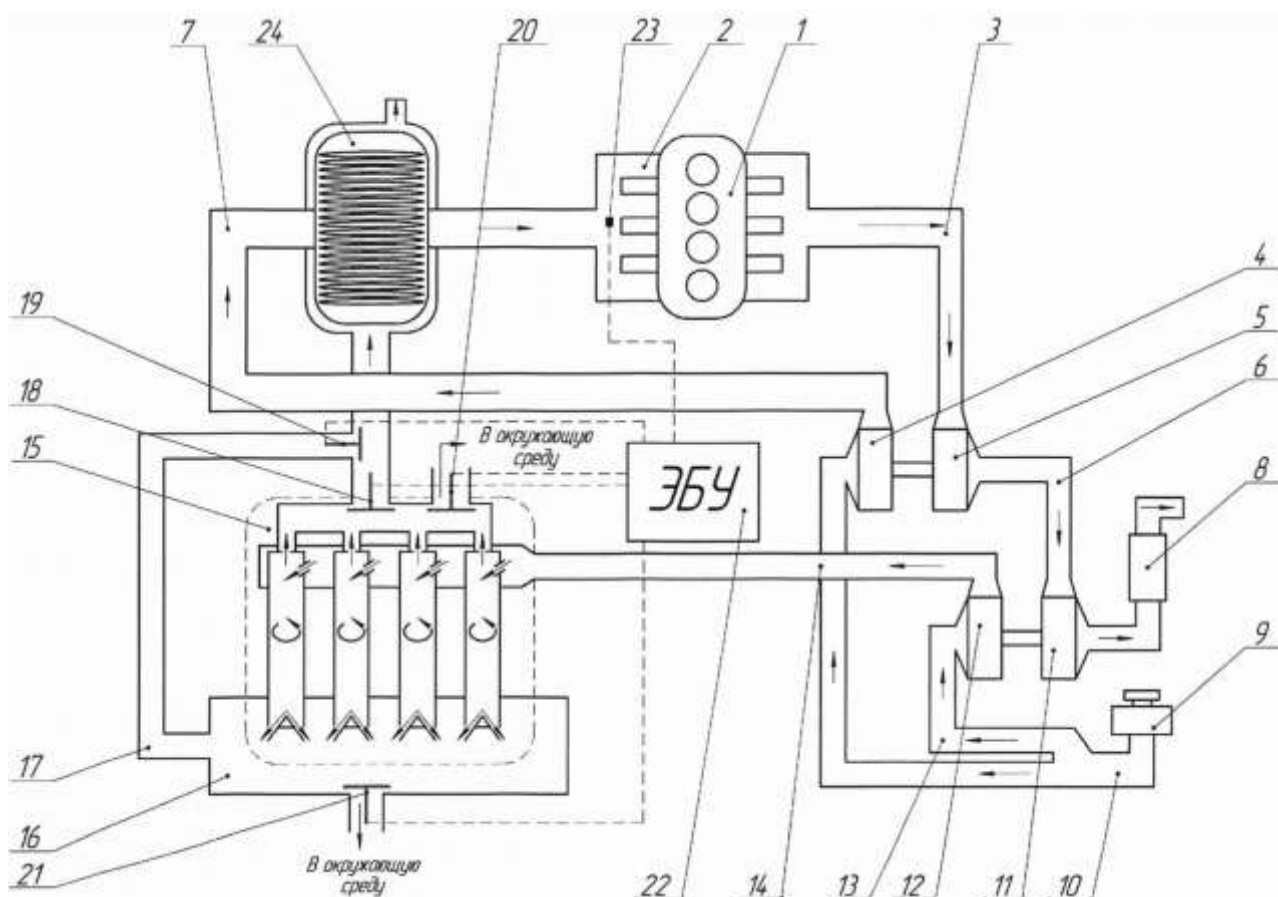


Рисунок 4.1 - Система питания воздухом комбинированного двигателя с вихревым терморегулятором наддувочного воздуха

Заявленная система питания воздухом комбинированного двигателя с вихревым терморегулятором наддувочного воздуха работает следующим образом.

При работающем двигателе 1 отработавшие газы поступают из цилиндров двигателя 1 в выпускной трубопровод 3, а из него поступают на турбину 5 основного турбокомпрессора. Затем отработавшие газы поступают по трубопроводу 6 на охлаждающую турбину 11 дополнительного турбокомпрессора и далее через глушитель 8 выводятся в окружающую среду. Отработавшие газы на турбине 5 совершают работу по вращательному движению рабочего колеса турбины 5, которое жестко связано с рабочим колесом компрессора 4. Компрессор 4 нагнетает свежий заряд воздуха от

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		11

воздушного фильтра 9 по воздушному трубопроводу 10, через нагнетающий трубопровод 7, теплообменник 24 и впускной трубопровод 2 в цилиндры двигателя 1. Свежий заряд воздуха в компрессоре 4 сжимается, его давление и температура повышаются. Отработавшие газы после турбины 5, которые еще обладают энергией, поступают на охлаждающую турбину 11, совершают работу по вращательному движению рабочего колеса охлаждающей турбины 11, которое жестко связано с рабочим колесом охлаждающего компрессора 12. Охлаждающий компрессор 12 нагнетает воздух от воздушного фильтра 9 по дополнительному воздушному трубопроводу 13 через охлаждающий трубопровод 14 в вихревой охладитель 15. В вихревом охладителе 15 (принцип работы которого основан на эффекте Ранка) воздушный поток от охлаждающего компрессора 12 поступает через сопловые отверстия в вихревые трубы, в которых происходит его температурное разделение на подогретый поток (формируется по периферии трубы) и холодный поток (формируется по центру трубы). Поток горячего воздуха выводится из вихревого охладителя 15 в окружающую среду через перепускной клапан 21, перепускной клапан 19 закрывается не позволяя подмешиваться горячему потоку к холодному. Холодный поток воздуха поступает через перепускной клапан 18 из вихревого охладителя 15 по трубопроводу в теплообменник 24, охлаждает в нем свежий заряд воздуха, поступающий по нагнетающему трубопроводу 7 от компрессора 4, и отводится в окружающую среду. Температура свежего заряда воздуха поступающего в цилиндры двигателя регулируется за счет изменения расхода холодного потока воздуха, поступающего из вихревого охладителя 15 по трубопроводу в теплообменник 24, за счет перепускного клапана 20, отводящего «излишки» холодного потока в окружающую среду. Управляющий сигнал на перепускной клапан 20 поступает от электронного блока управления который в свою очередь получает сигнал с датчика температуры наддувочного воздуха 23.

В случае, когда свежий заряд воздуха имеет значительно более низкую температуру, чем это необходимо для качественного протекания рабочего

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		

цикла двигателя (обычно 60-80°C), например, при работе двигателя на долевых режимах, особенно в условиях отрицательных температур окружающей среды в работу вступает «горячий» контур системы питания воздухом комбинированного двигателя с вихревым терморегулятором наддувочного воздуха состоящий из теплового ресивера 16, перепускного трубопровода 17 и перепускных клапанов 19 и 21. В рассматриваемом случае с датчика температуры наддувочного воздуха 23 поступает сигнал на электронный блок управления 22 где формируется управляющий сигнал о закрытии, поступающий на перепускные клапаны 18 и 21. Тогда горячий поток воздуха поступает из охладителя 15 по трубопроводу 17 в теплообменник 24, подогревает в нем свежий заряд воздуха, поступающий по нагнетающему трубопроводу 7 от компрессора 4, и отводится в окружающую среду. Температура свежего заряда воздуха поступающего в цилиндры двигателя регулируется за счет изменения расхода горячего потока воздуха, путем открытия (закрытия) перепускного клапана 21, отводящего «излишки» горячего потока в окружающую среду.

№ патента: RU 189116

Дата публикации: 13.05.2019

Патент №3

Название патента: Механизм аварийной остановки двигателя

Авторы: Герман В.К., Кукушкин С.Г., Алешечкин Н.Д., Ситник В.И.

Краткое описание: Механизм аварийной остановки двигателя состоит из корпуса, пружины и электромагнита. В корпусе установлена подпружиненная гильза, которая посредством выполненных в корпусе сверлений гидравлически связана с масляной и топливной системами, а механически через шток с электромагнитом. Электромагнит имеет электрическую связь с бортовой сетью машины через выключатель.

№ патента: RU 2150591 C1

Дата публикации: 10.06.2000

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Патент №4

Название патента: Устройство для защиты двигателя внутреннего сгорания от перегрева.

Автор: Карминский Валерий Давидович

Краткое описание: Устройство содержит корпус 1, установленный на крышке цилиндра 2, внутри которого размещена находящаяся в несжатом состоянии пружина 7, подсоединенная гибким проводом 8 к электроду свечи зажигания и электрически изолированная от корпуса. В нижней части корпуса размещен с зазором по отношению к корпусу подпружиненный элемент 3, выполненный из материала с памятью формы.

№ патента: РФ 2089741

Дата публикации: 10.09.1997

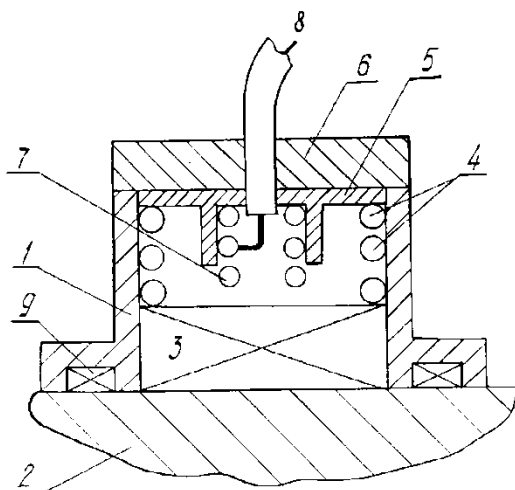


Рисунок 4.2 - Устройство для защиты двигателя внутреннего сгорания от перегрева (патент № RU 2089741 C1)

На основании проведенных исследований литературных данных было показано, что существуют разработки по встроенной системе управления двигателем, однако, абсолютно большинство из них предназначено для установки на легковые автомобили и практически нет аналогичных разработок для тракторов, следовательно, тема для выпускной квалификационной работы является актуальной.

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

4.2 Устройство системы питания дизеля Д-260.1S воздухом и газораспределительного механизма

4.2.1 Устройство системы питания дизеля Д-260.1S

Дизель Д-260.1S и его модификации являются 4-х тактными поршневыми шестицилиндровыми двигателями внутреннего сгорания с рядным вертикальным расположением цилиндров. Его мощность составляет 121 кВт или 165 л.с. Дизельный двигатель оборудован турбонаддувом, промежуточным охладителем наддувочного воздуха (интеркуллер) и непосредственным впрыском в камеру сгорания. Диаметр каждого из цилиндров составляет 110 мм, а ход поршня из нижней мертвой точки в верхнюю мертвую точку равно 125 мм. У данного двигателя сниженный расход топлива и масла на угар [12].

Система подачи воздуха в цилиндры состоит из воздушного фильтра, турбокомпрессора, охладителя наддувочного воздуха и впускного коллектора.

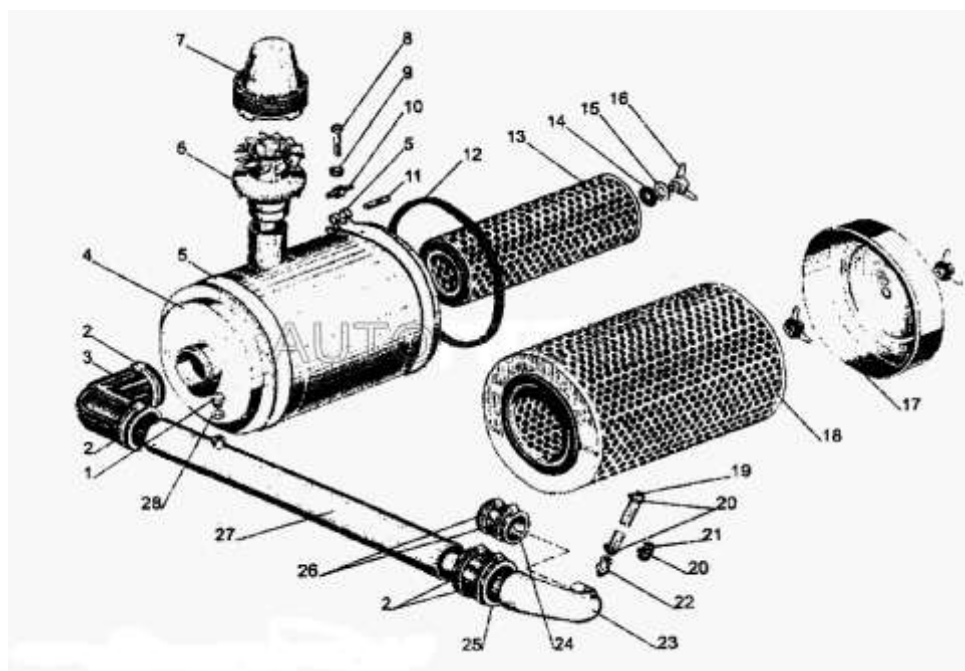


Рисунок 4.3 – Воздушный фильтр:

1, 21 – пробка; 2, 26 – хомут стяжной; 3, 6, 23 – патрубок; 4 – корпус; 5 – лента стяжная; 7 – колпак; 8 – болт; 9 – втулка; 10 – ось; 11 – палец; 12 – кольцо; 13, 18 – фильтр-патрон; 14 – прокладка; 15 – шайба; 16 – гайка; 17 – поддон; 19 – рукав; 20 – хомут стяжной; 22 – штуцер; 24 – рукав; 25 – патрубок; 27 – труба; 28 – кольцо уплотнительное.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ

Лист

15

Воздушный фильтр сухого типа включает в себя корпус и сменный фильтрующий элемент из бумажного пористого фильтр-патрона, установленного в подкапотном пространстве в горизонтальном положении (в данном двигателе). Крышкой корпуса устанавливается на резиновое кольцо, тем самым обеспечивает герметичность системы. Воздухоочиститель показан на рисунке 4.1.

Для нормального функционирования системы подачи воздуха в двигатель стоит исключить все не плотности и не допустить постороннего подсоса неочищенного воздуха.

На двигатель установлен турбокомпрессор с перепускным клапаном, который служит для увеличения давления воздуха, поступающих, в непосредственно камеру сгорания. Он состоит из радиальной центробежной турбины, приводимой во вращательное движение отработавшими выхлопными газами двигателя, и центробежного одноступенчатого компрессора при консольном расположении колес относительно опор. Компрессорное колесо и турбинное колесо установлено на одном валу. Смазка подшипников вала осуществляется непосредственно от масляного насоса ДВС. Схема турбокомпрессора показана на рисунке 4.2.

Для улучшения технико-экономических, а так же, экологических показателей двигателя в системе подачи воздуха применен турбокомпрессор с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха, т. е., интеркуллером. Установка турбокомпрессора с регулируемым сжатием наддува увеличивает приемистость дизеля, за счет повышения значения крутящего момента на всем диапазоне вращения коленчатого вала, в особенности, на малых оборотах и низкие значения вредных выбросов в отработавших газах.

Выхлопные газы из цилиндров двигателя через выпускной тракт поступают в корпус турбинного колеса в форме однозаходной улитки. Далее они попадают на само колесо турбины и раскручивают его. Так как турбинное и компрессорное колесо соединены между собой, то и он начинает вращаться в

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

след за турбинным, в следствии понижении давления до турбокомпрессора, воздух стремительно засасывается из воздушного фильтра и, попадая на вращающееся колесо компрессора, за счет центробежной силы сжимается, из-за чего его давление и, соответственно, температура возрастают. Далее воздух поступает в кольцевой улиточного типа диффузор, затем в охладитель наддувочного воздуха, во впускной тракт и в камеру сгорания.

Регулирование давления наддува происходит за счет частичного перепуска выхлопных газов мимо колеса турбины при превышении определенного значения давления [12].

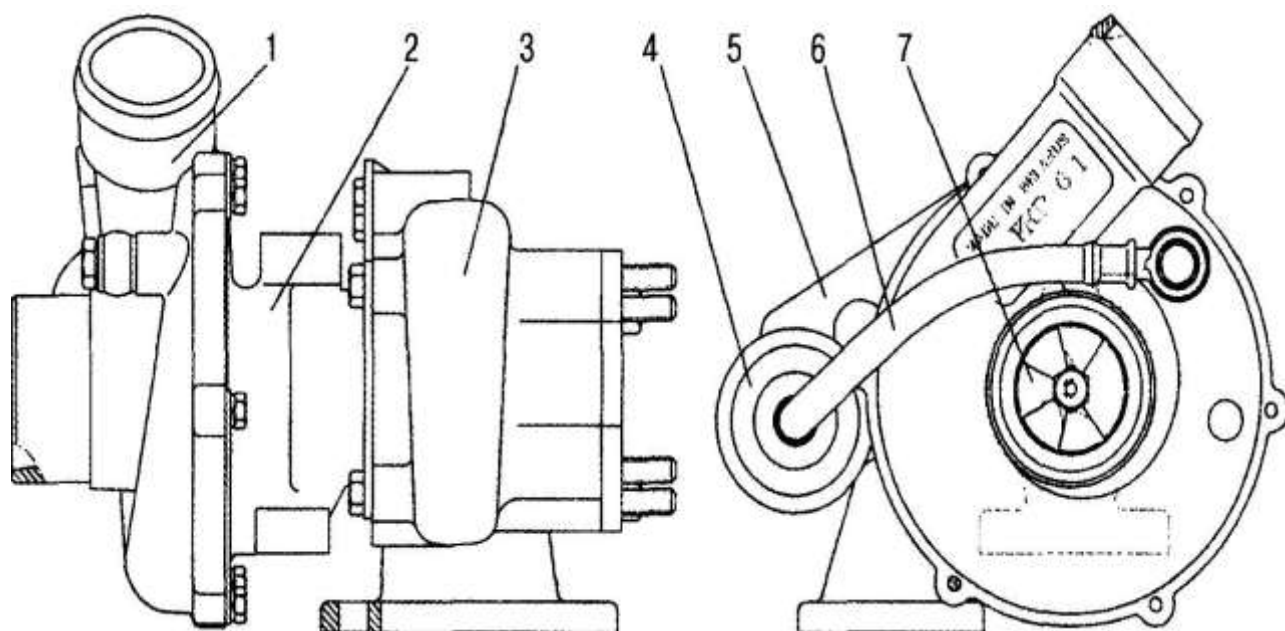


Рисунок 4.4 – Турбокомпрессор:

- 1 - корпус компрессора; 2 - корпус подшипника; 3 - корпус турбины;
4 - исполнительный механизм; 5 - кронштейн крепления исполнительного механизма; 6 - воздухопровод; 7 – ротор

Система подачи воздуха в двигатель включает в себя воздушный фильтр и патрубки, соединяющие фильтрующий элемент с турбокомпрессором. Наружный воздух поступает на сам воздушный фильтр через специальный пластиковый моноциклон, работающий по принципу завихрения поступающего воздуха. На двигателях ММЗ Д-260.1 воздух нагнетается в камеру сгорания

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ

Лист

17

двигателя через специальный воздухоохладитель, установленный перед радиатором системы охлаждения и кондиционирования (если имеется).

4.2.2 Обоснование схемы новой конструкции

Структурная схема встроенной диагностики системы впуска воздуха и газораспределительного механизма двигателя ММЗ Д-260 приведена на рисунке 4.3.

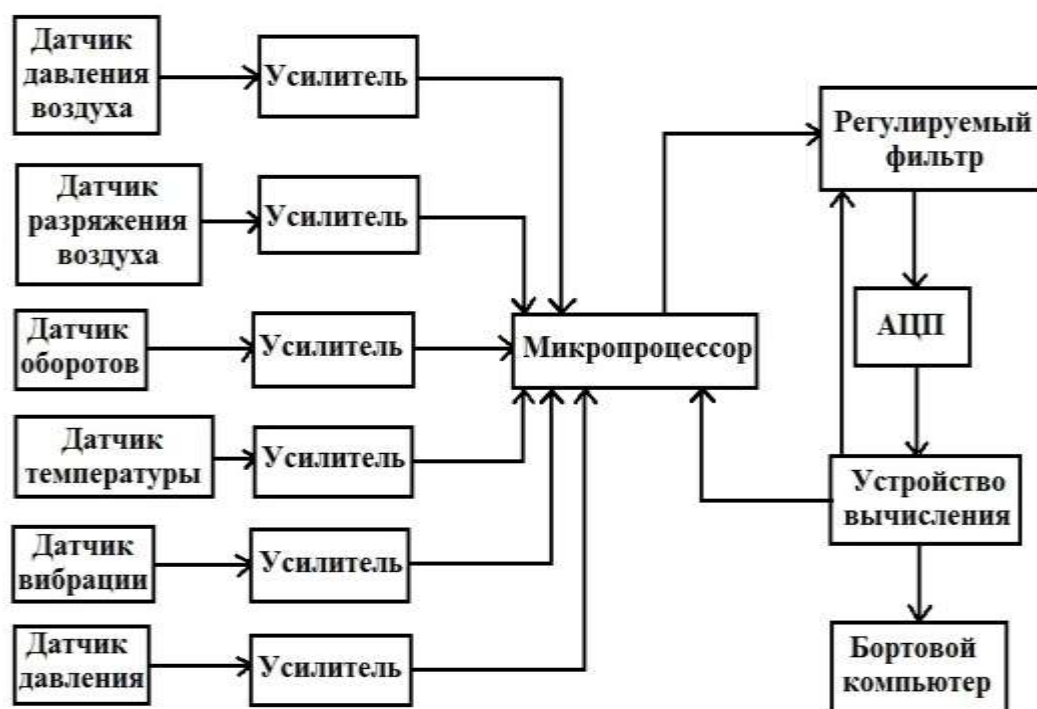


Рисунок 4.5 - Структурная схема встроенной диагностики

Опишем принцип работы конструкции.

Данный способ диагностики технического состояния включает:

1. Измерение избыточного давления воздуха за компрессором;
2. Измерение оборотов ротора турбокомпрессора;
3. Измерение засоренности воздушного фильтра;
4. Датчик, измеряющей температуру в воздухоохладителе;
5. Измерение виброакустических сигналов с корпуса турбины;
6. Датчик, измеряющий компрессию двигателя на разных режимах работы.

Синхронизацию сигналов, фильтрацию сигналов, их последующую обработку с определением фактических значений параметров сигналов и

сравнение фактических значений параметров сигналов с уровнем эталонных сигналов с получением информации о техническом состоянии системы. При прокручивании двигателя с использованием датчика давления внутри опорного цилиндра, определяются фазовые задержки между верхней мертвой точкой рабочего хода опорного цилиндра и синхросигналом рабочего цикла и фазы открытия и посадки клапанов механизма газораспределения, а при диагностике работающего двигателя синхронизацию сигналов проводят относительно положения верхней мертвой точки рабочего хода опорного цилиндра, причем в качестве параметра сигналов используют огибающую временной реализации в определенных частотных полосах с привязкой момента начала измерения к верхней мертвой точке опорного цилиндра и фазовой селекцией сигналов с получением информации о техническом состоянии механизма газораспределения и о характере дефектов.

4.3 Проектирование встроенной диагностики системы впуска воздуха ММЗ Д-260.1S

4.3.1 Разработка технологии диагностирования неисправностей системы

Разрабатываемые устройства для диагностирования системы питания являются дополняющими и расширяющими функционал встроенной системы диагностики трактора. В то же время для современных компьютеризированных встроенных систем вмешательство в электронные цепи может привести к их необратимого выходу из строя. Поэтому разрабатываемая системам должна основываться на измерении сигналов с электрических, но не электронных источников [3].

Далее представлены некоторые неисправности, которые могут быть диагностированы с применением такого подхода. На самом деле, некоторые неисправности не могут быть диагностированы однозначно в условиях эксплуатационной диагностики, однако разрабатываемый прибор должен

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

обладать возможностью для указания всех, в том числе и возможных неисправностей для каждого контролируемого участка системы. Некоторые неисправности можно определить, снимая сигнал с датчиков, уже встроенных в систему трактора.

В то же время для других неисправностей потребуется установка дополнительных датчиков в систему трактора. Практически все эти датчики – датчики давления, т.к. по давлению и по перепаду давлений между узлами можно определить техническое состояние системы.

4.3.2 Неисправности системы подачи воздуха и газораспределительного механизма

Идентификация неисправностей двигателя и турбокомпрессора показаны в приложении В.

Возможные неисправности системы подачи воздуха и газораспределительного механизма:

1. Посторонний подсос воздуха через соединения;
2. Забит фильтрующий элемент (фильтр-патрон);
3. Порван фильтрующий элемент;
4. Интеркуллер плохо охлаждает нагнетаемый воздух;
5. Посторонний шум от подшипников ротора турбокомпрессора;
6. Заклинен вал турбокомпрессора;
7. Падение компрессия двигателя;
8. Перепускной клапан турбокомпрессора заклинен в открытом или закрытом положении.

4.3.3 Места расположения датчиков

Устанавливаемые места датчиков на дизель ММЗ Д-260.1 приведены на рисунках 4.6 и 4.7.

Датчик №1 (рисунок 4.6): Давление наддувочного воздуха за турбокомпрессором, при работе двигателя на номинальном режиме, должно быть в диапазоне 0,08 - 0,15МПа (0,8 - 1,5 бар). Если в следствии чего-то избыточное давление изменится в большую или меньшую сторону, то блок

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

управления электроникой с помощью нашего датчика давления даст сигнал на индикатор о неисправности.

Датчик №2 (рисунок 4.7) следит за оборотами ротора турбокомпрессора. Во время всего срока службы, турбокомпрессор не нуждается в обслуживании. А так же его не следует самостоятельно разбирать и собирать, так как в нем все зазоры подогнаны и вал отбалансирован. Нынешнее состояние ротора турбокомпрессора можно проверить по времени вращения ротора при отключении подачи топлива в двигатель. Для этого следует после 3-5 мин работы дизеля в режиме минимальной частоты вращения коленчатого вала, двигатель выводят на максимальные обороты холостого хода, после чего подачу топлива резко отключают. Вращение ротора за счет инерции после остановки двигателя должен быть слышен не меньше 5 с. Ровный, постоянного уровня звук с постоянным затуханием информирует о том, что турбокомпрессор работает без каких то изъянов. Что бы сразу увидеть дефект подшипников ротора, рекомендуется установить датчик, считывающий обороты вала турбокомпрессора. Если после остановки двигателя ротор не будет вращаться в течении 5 секунд то ЭБУ подаст сигнал о появлении неисправности турбокомпрессора оператору.

Датчик №3 (рисунок 4.6): измеряет степень засоренности фильтр-патрона. С данной неисправностью встречаются все операторы, которые работают в поле, не зависимо от вида сельхозмашины. Что бы каждый день не приходилось снимать фильтр-патрон, следует установить датчик между фильтром и турбокомпрессором, а на панели приборов - индикатор. По мере увеличения засорения фильтр-патрона растет и разрежение во впускном коллекторе, и при достижении отметки в 4,5 кПа подается сигнал на индикатор. При его срабатывании следует обслужить воздушный фильтр, то есть, заменить или продуть от пыли.

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

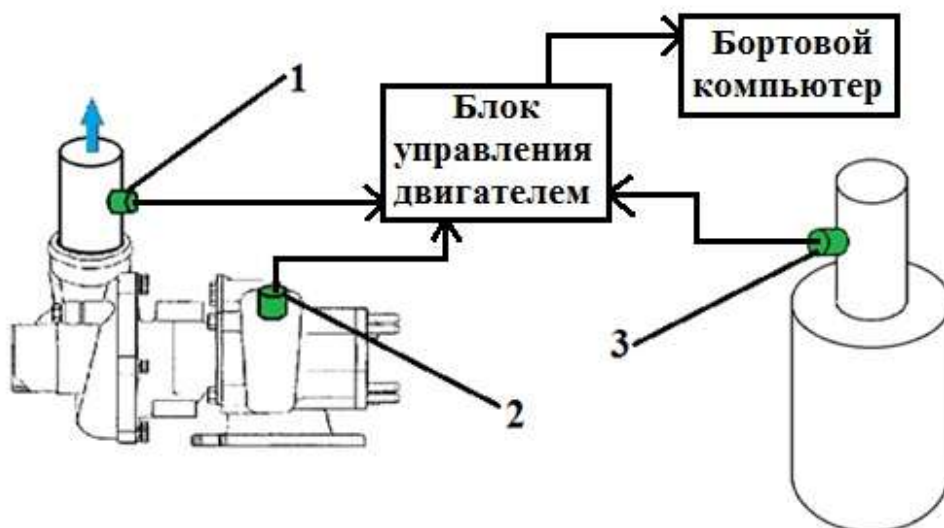


Рисунок 4.6 – Места расположения датчиков в системы подачи воздуха

1 – датчик давления наддувочного воздуха; 2 – датчик вибрации; 3 – датчик разряжения

Датчик №4 (рисунок 4.7): В процессе эксплуатации соты интеркуллера могут забиваться грязью и другими инородными вещами снаружи. А так же его производительность может снизиться в следствии забиванием изнутри маслом. Данное явление может проявить себя из-за износившегося ротора турбокомпрессора, который будет гнать масло из системы смазки. Все эти неисправности могут резко снизить производительность охладителя. Поэтому следует установить по одному датчику температуры на впускной и выпускной трубопроводы воздухоохладителя.. Таким образом датчики измеряют, разнесу температуры при входе и выходе воздуха из интеркуллера. Если разность температур на входе и выходе в охладитель будет мала или вовсе ее не будет, то ЭБУ подаст сигнал оператору о неисправности.

Датчик №5 (рисунок 4.6): Турбокомпрессор может изнашиваться из-за нехватки, или слабого давления масла, утечки или пережима подводящих масляных шлангов, а также их неправильной установки на турбокомпрессор. Все эти неисправности приводят к быстрому выходу из строя колец, шейки вала и перегреву радиальных подшипников ротора турбокомпрессора и их заклиниванию.

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Для выявления неисправностей подшипников требуется установка датчика вибрации на корпус турбокомпрессора. При износе подшипников нагнетатель будет сильно вибрировать и работать с посторонним шумом. Увеличенная амплитуда колебаний вала будет устанавливаться датчиком и ЭБУ подаст сигнал на дисплей.

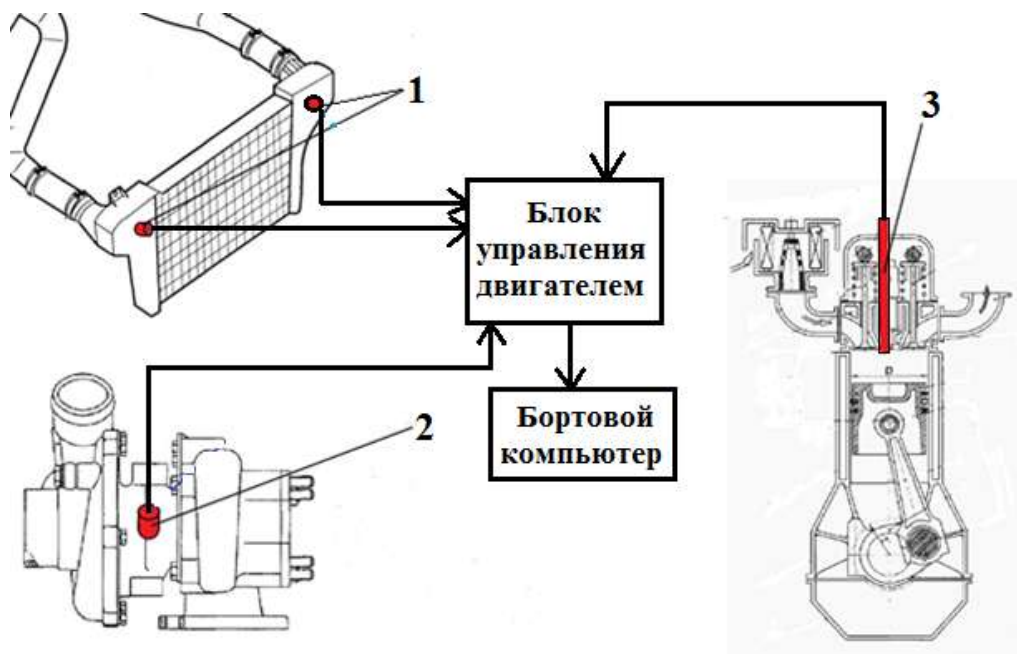


Рисунок 4.7 – Места расположения датчиков системы подачи воздуха в двигатель ММЗ Д-260.1S

1 – датчик температуры воздуха на охладителе; 2 – датчик оборотов ротора нагнетателя; 3 – датчик давления газов.

Датчик №6 (рисунок 4.7): Достаточно часто возникающая неисправность, которая сразу показывает себя путем снижения компрессии в цилиндрах – это прогоревшие выпускные клапана. На показатель компрессии влияют также неправильно установленный зазор между бойком коромысла и стержня клапана, сильный износ компрессионных колец, их разлом, ослабившиеся гайки шпилек крепления головки к блоку, а за тем, и прогар каналов прокладки головки блока. Поэтому рекомендуется установить датчик для измерения компрессии в цилиндрах. Если компрессия снизится, то датчик подаст сигнал на ЭБУ и тот, в свою очередь, покажет неисправность на индикаторе.

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

4.3.4 Подбор датчиков

В качестве необходимых датчиков выберем готовые изделия. Будем устанавливать датчик вибрации VS-20 показанный на рисунке 4.6.

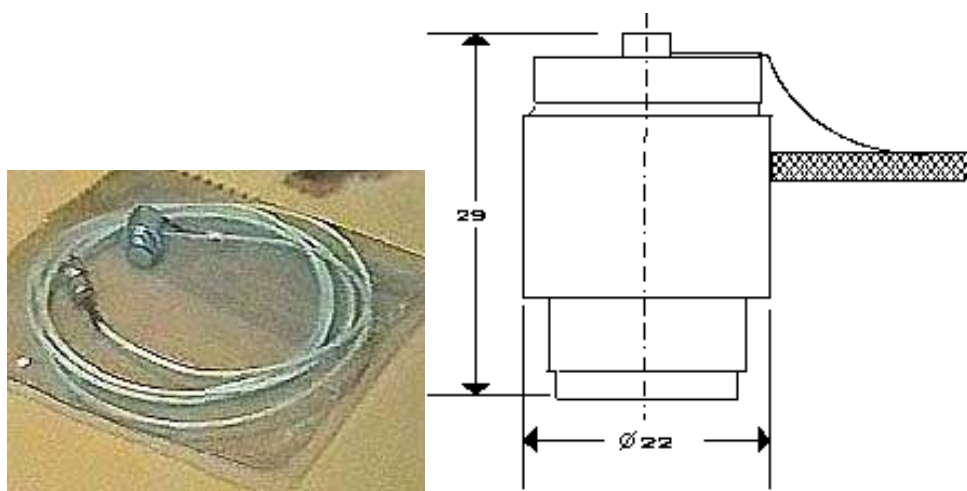


Рисунок 4.8 – Датчик вибрации VS-20

Датчик имеет следующие технические характеристики:

Частотный диапазон: $0.1 \div 18$ kHz;
 Полоса пропускания фильтра: 1.0 KHz;
 Макс. рабочая температура: до 90°C ;
 Номинальный уровень сигнала на выходе: 6 В;
 Напряжение питания: 24 В.

Датчик имеет основу сделанную из магнита и служит для определения фазовых характеристик топливоподачи и газораспределения. Метод преобразования сигнала для окончательной обработки - двухполупериодное детектирование.

Чтобы определить давление наддува воздуха используется датчик Bosch – 0 281 002 401 (рисунок 4.9). Данный датчик также может измерять температуру поступающего в двигатель воздуха.

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		



Рисунок 4.9 - Датчик давления наддува воздуха
Bosch - 0 281 002 401

Чтобы измерить обороты ротора турбокомпрессора стоит установить датчик оборотов Detroit Diesel 23530252 (рисунок 4.10).



Рисунок 4.10 - Датчик оборотов турбины Detroit Diesel 23530252

В качестве датчика давления показанного на рисунке 4.9, используем датчик давления газов TPS30-G3BVG4-00, имеющий керамический тензорезистивный сенсор.

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 4.11 - Датчик давления газов TPS30-G3BVG4-00

TPS30-G3BVG4-00 – это датчик давления, используемый в различных отраслях промышленности, пропорционально преобразующий давление рабочей среды в электрический сигнал. Датчик TPS30-G3BVG4-00 имеет следующие технические характеристики: имеет выход 1...5V DC, разъем M12, диапазон измерения 0...200 МПа, штуцер G ¼ (PF).

Размеры датчика TPS30-G3BVG4-00 указаны на рисунке 4.12.

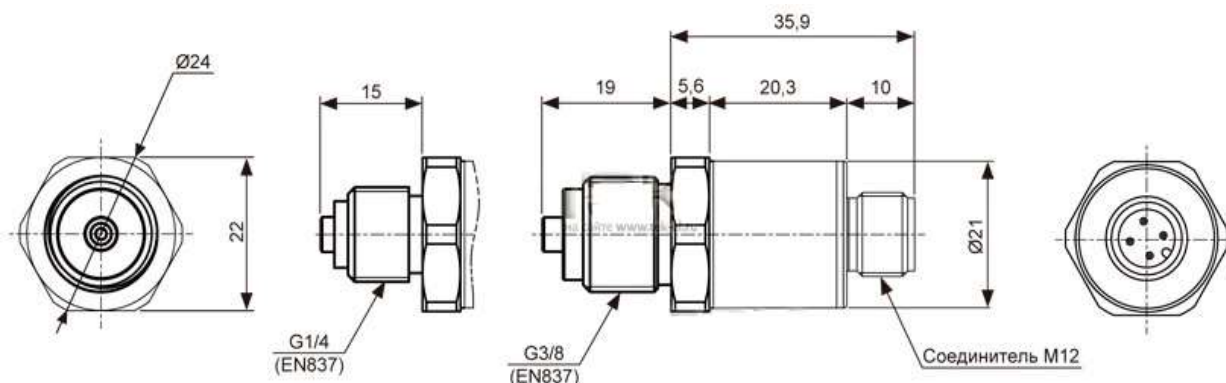


Рисунок 4.12 – Размеры датчика TPS30-G3BVG4-00

4.3.5 Масляный аккумулятор для турбокомпрессора.

После активной езды на больших оборотах нельзя сразу же остановить двигатель, нужно дать поработать около 3-5 минут на холостом ходу для

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

снижения его температуры, после чего можно заглушить дизель. При нагруженном двигателе, турбокомпрессор работает на очень высоких оборотах от 100000 до 250000 и при высокой температуре. Быстрое выключение зажигания или «горячее выключение» создает быстрые переходные процессы и перепады температур в турбине и уменьшает тем самым жизнь турбокомпрессора.

После продолжительного простоя трактора, все масло, находящееся на трубках системы смазки, стекает обратно в поддон картера. То же самое происходит и со смазкой нагнетателя воздуха. В технической регламентации трактора МТЗ 1523 написано, что прежде чем запустить дизель, следует несколько секунд прокрутить двигатель стартером без подачи топлива для того что бы смазка поступило ко всем наиболее важным трущимся частям, особенно турбокомпрессору. В противном случае, сразу после запуска, хоть и непродолжительное время, нагнетатель будет работать в “сухую”, то есть без смазки. Что бы убрать данный эффект, следует установить на трубку подачи смазки масляный аккумулятор с механическим обратным и электромагнитным клапаном.

Работать данный узел будет следующим образом. Во время работы дизеля смазка, поступающая в нагнетатель, одновременно наполнит и масляный аккумулятор. Как только двигатель остановится, понизится и давление на трубке системы смазки, в следствии чего, закроется механический обратный клапан вместе с электромагнитным, тем самым, некоторый объем смазывающей жидкости останется в масляном аккумуляторе. При следующем запуске дизеля, после выключения свечей накаливания, подается напряжение на электромагнитный клапан и откроется масляный аккумулятор. То есть, за несколько секунд до пуска, в нагнетатель поступит масло и, за счет этого, продлит срок службы данного, весьма, дорогостоящего, узла.

Технические условия:

1. Макс. рабочая температура: 800 °С;

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. Макс. допустимое давление в системе 5 МПа;
3. Мин. рабочее давление в системе 0,08 МПа.



Рисунок 4.13 - Электромагнитный клапан масляного аккумулятора

В качестве электронно управляемого клапана масляного аккумулятора следует взять верхнюю часть электромагнитного клапана (рисунок 4.13) известной итальянской компании ODE 21HT4KOV160 G1/2" с данными техническими характеристиками:

Применение: газообразная среда и нефтепродукты;

Исполнение: нормально закрытый;

Температура рабочей среды: от $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$;

Материал уплотнения: FKM+PA;

Минимальный перепад давления $\Delta P_{\min}$: 0 МПа;

Максимально допустимое давление: 5,3 МПа;

Материал корпуса: латунь.

Клапан для масляного аккумулятора показан в разрезе на рисунке 4.14

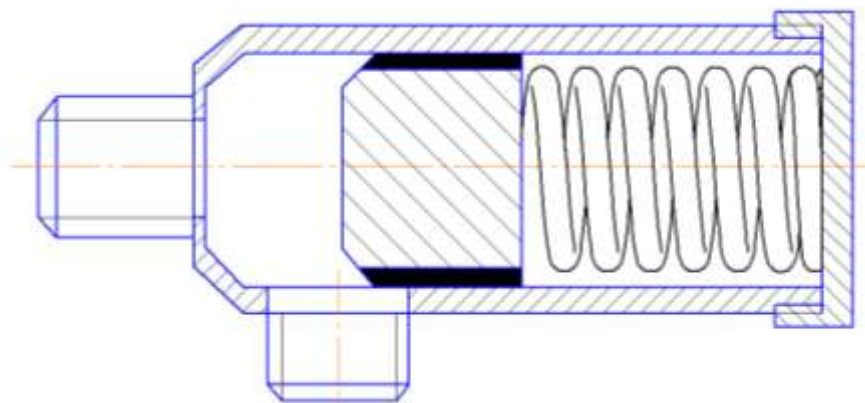


Рисунок 4.14 - Клапан для масляного аккумулятора в разрезе

Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата

ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ

Лист

28

Масляный аккумулятор в разрезе показан на рисунке 4.15

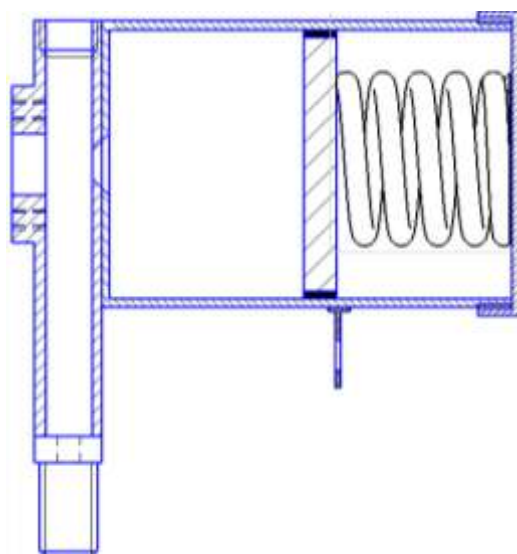


Рисунок 4.15 - Масляный аккумулятор в разрезе

Схема установки масляного аккумулятора в турбокомпрессор приведена на рисунке 4.16.

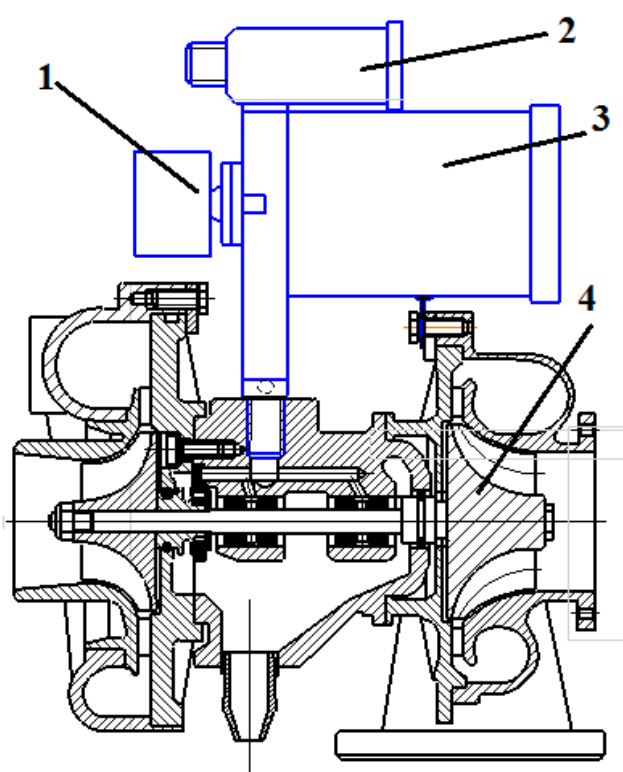


Рисунок 4.16 – Схема установки масляного аккумулятора:
1 – электромагнитный клапан; 2 – механический клапан; 3 – масляный аккумулятор; 4 – турбокомпрессор.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ

Лист

29

Масляный клапан открывается при минимальном давлении масла 0,08 МПа. После открытия клапана масло попадает в турбокомпрессор и одновременно наполняет масляный аккумулятор.

Для указания всех неисправностей, диагностируемых вышеуказанными датчиками, следует установить на боковую панель приборов универсальный бортовой компьютер Multitronics CL – 580.



Рисунок 4.17 - Бортовой компьютер Multitronics CL – 580.

Наиболее подходящим местом для установки данного маршрутного компьютера будет боковая панель приборов трактора. При возникновении неисправности, бортовой компьютер проинформирует оператора посредством звукового оповещения и уведомления на дисплее.



Рисунок 4.18 – Место установки бортового компьютера.

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		

4.4 Расчет деталей, узлов конструкции

4.4.1 Расчет датчика давления TPS30-G3BVG4-00 на прочность

Датчик давления газов TPS30-G3BVG4-00 устанавливается на головку блока цилиндров двигателя ММЗ Д-245.9Е2. Для того чтобы установить датчик давления сначала нужно найти свободное место в головке блока цилиндров двигателя. Свободные места в головке блока цилиндров для датчиков показаны на рисунке 4.19.

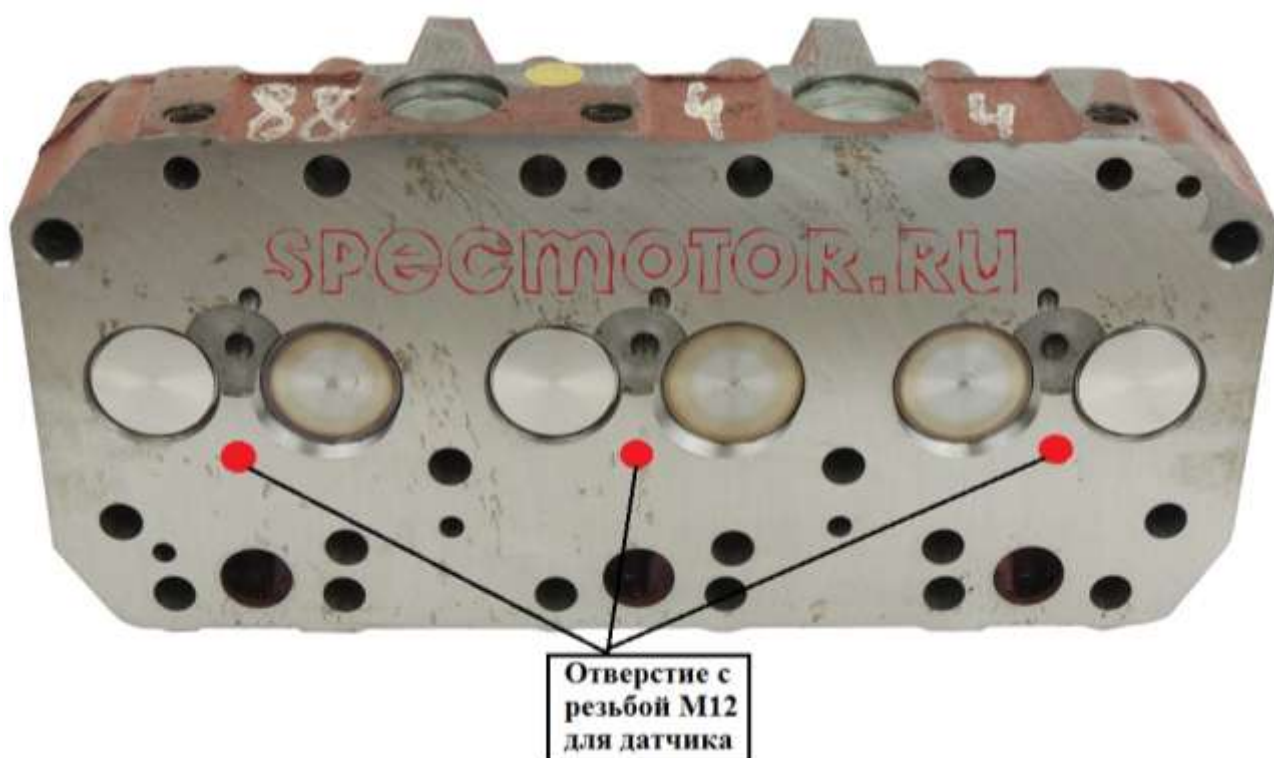


Рисунок – 4.19 Свободные места для датчиков в головке блока цилиндров

Придется, рассчитывать какое давление будет действовать на датчики давления, чтобы подобрать размеры резьбы.

Сначала нужно узнать площадь датчика, где будет действовать давление. Для этого воспользуемся формулой определения площади окружности:

$$S = \pi R^2, \quad (4.4.1)$$

где S – площадь датчика;

π – число пи;

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

R^2 – радиус датчика.

Принимая во внимание, что $\pi = 3,14$ и $R^2 = 36$, находим

$$S = \pi R^2 = 3,14 \cdot 6^2 = 3,14 \cdot 36 = 0,11304 \times 10^3 \text{ м}^2.$$

В двигатели ММЗ Д-260 компрессия равна 33 кгс/см². Во время работы двигателя после подачи топлива давление увеличивается до 80 кгс/см².

Поэтому возьмём максимальное давление, которое будет действовать на датчик $P = 80 \text{ кгс/см}^2$.

Теперь нужно определить силу давления на площадь датчика. Для этого воспользуемся формулой:

$$F = PS \quad (4.4.2)$$

где F – сила давления;

P – максимальное давление внутри цилиндра;

S – площадь датчика.

Принимая во внимание, что $P = 7,84$ и $S = 0,11304 \times 10^3$, находим

$$F = PS = 7,84 \times 0,11304 \times 10^3 = 0,886 \times 10^3 \text{ Н}.$$

Таким образом, на площадь датчика действует $0,886 \times 10^3 \text{ Н}$ силы.

Расчет затянутого и дополнительно нагруженного внешней осевой силой датчика. Этот случай является весьма распространенным (фланцевые, фундаментные и тому подобные болтовые соединения). Для большинства резьбовых изделий требуется предварительная затяжка, обеспечивающая плотность соединения деталей стыка. После предварительной затяжки под действием силы датчик растягивается. Помимо силы предварительной затяжки на датчик действует внешняя осевая сила.

Проверочный расчет соединения. Условие прочности на растяжение:

$$\sigma_p = \frac{4F}{\pi d_1^2} \leq [\sigma]_p, \quad (4.4.3)$$

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		

где σ_p и $[\sigma]_p$ – расчетное и допускаемое напряжения растяжения в поперечном сечении нарезанной части датчика;

F — растягивающая сила;

d_1 — внутренний диаметр резьбы датчика.

Принимая во внимание, что $F = 0,886 \times 10^3$, $\pi = 3,14$ и $d_1 = 10,106^2$, находим

$$\sigma_p = \frac{4F}{\pi d_1^2} = \frac{4 \times 0,886 \times 10^3}{3,14 \times 10,106^2} = 0,1105 \times 10^4 \text{ мм}$$

Проектировочный расчет соединения сводится к определению внутреннего диаметра резьбы d , из условия прочности (4.2.3):

$$d_{\text{расч}} = \sqrt{\frac{4F}{\pi[\sigma]_p}}, \quad (4.4.4)$$

где $d_{\text{расч}}$ — расчетный диаметр резьбы датчика;

F — растягивающая сила;

$[\sigma]_p$ — допускаемое напряжение растяжения в поперечном сечении нарезанной части датчика.

Принимая во внимание, что $F = 0,886 \times 10^3$, $\pi = 3,14$ и $[\sigma]_p = 0,1105 \times 10^3$, находим

$$d_{\text{расч}} = \sqrt{\frac{4F}{\pi[\sigma]_p}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,886 \times 10^3}{3,14 \times 0,1105 \times 10^3}} = 10,06 \text{ мм}$$

У датчика тип резьбы М12, внутренней диаметр $d_1=10,106$ мм. Датчик с типом резьбы М12 подходит, так как $d_1=10,106$ мм $>$ $d_{\text{расч}}=10,06$ мм.

					ВКР.23.05.01.120.20.00.00.ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВИНТА ДЛЯ ОДНОСТОРОННЕГО КЛАПАНА

Технологический процесс – это один из частей процесса производства, которая направляется на придание изделию необходимых размеров, форм, и т.п. Технологический процесс, включает в себя всю необходимую информацию для того что бы продукт получил конечный вид. Он содержит все производимый операции, переходы, порядок их выполнения, требуемые режимы и параметры обработки и т.д.

5.1 Выбор материала заготовки.

Метод получения заготовок должен быть наиболее экономичным при заданном объеме выпускаемых деталей. От него, больше всего, зависит расход материала, количество прodelываемых действий, их трудоемкость, себестоимость, процесс производства детали в целом.

Учитывая, выше сказанные факторы возьмем для изготовления заготовки прутки, наиболее близкими размерами и формами готовой детали. Выбираем вал из металла Ст 5 ГОСТ 380-71.

5.2 Выбор оборудования и режущего инструмента.

Для токарной операции выбираем универсальный токарно-винторезный станок: 1К-62.

Техническая характеристика токарно-винторезного станка 1К-62.

Высота центров	200 мм
Максимальный диаметр обработанной заготовки	400мм
Расстояние между центрами (макс)	1400 мм
Число оборотов шпинделя	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 фрезерной операции выбираем горизонтально-фрезерный станок: 6Н82Г.

Техническая характеристика горизонтально-фрезерного станка 6Н82Г.

Габариты рабочего стола	320X1250 мм;
Максимальный сила резания	1500 кг;
Число оборотов шпинделя	30; 37,5; 47,5; 60; 75; 95; 118; 150; 190; 235; 300; 375; 475; 600; 750; 950; 1180; 1500 об/мин;
Подачи стола	30; 37,5; 47,5; 60; 75; 95; 118; 150; 190; 235; 300; 375; 475; 600; 750; 900 мм/мин;
Мощность электродвигателя	7 кВт
КПД привода	0,75

Выбор режущего инструмента:

Для точения выбираем: Резец 2100-0405 ГОСТ 18878-73, Резец 13151 ГОСТ 18894-73, Резец 2130-0251 ГОСТ 18884-73.

Для нарезания резьбы выбираем: Резец 2660-0001 ГОСТ 18885-73.

Для фрезерования выбираем: Фреза 6694-53 ГОСТ 24359-80

5.3 Технологические расчеты

Выбор инструмента - выбираем резец прямой проходной. 2100-0405 с сечением 25X16 по ГОСТ 18878 – 73.

Выбираем твердый сплав режущего инструмента Т15 К6.

Главный угол в плане $\varphi = 45^\circ$.

Черновое точение $\varphi_1 = 10^\circ$.

$\lambda = 5$ Резец 16×25 Радиусное превышение $r = 1$.

005. Токарная

Переход 2. Точить поверхность на длине 134 мм.

Определяем припуск h .

$$h = \frac{D_1 - D_2}{2}, \quad (5.1)$$

где D_1 и D_2 - диаметры поверхности соответственно, обрабатываемой (в начале обработки) и конечной согласно чертежу или эскизу;

$$h = \frac{30 - 28}{2} = 1 \text{ мм.}$$

Находим глубину резания t :

$$t_1 = 1;$$

Выбираем подачу S .

Для черновой обработки для стали рекомендуется $0,3 \dots 0,8$ и выбираем $s = 0,3$ мм/об.

Корректируя по паспорту станка устанавливаем $S = 0,3$ мм/ об.

Определяем действительную подачу $S_{\text{дейст.}}$ Мм/об .

$$S_{\text{дейст.}} = 0,39 \text{ мм/об}$$

Определяем скорость резания V_p

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y}, \quad (5.2)$$

где C_v – коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал и условия его обработки;

m – показатель относительной стойкости;

T – стойкость резца;

x, y – показатели степени;

K_v – общий поправочный коэффициент, который представляет собой произведение отдельных поправочных коэффициентов;

Сталь 5 $\sigma_s = 750$, 1К62 без охлаждения $C_v = 92$; $x = 0,25$; $y = 0,33$; $m = 0,25$;

$$V_p = \frac{92}{60^{0,25} \cdot 1^{0,25} \cdot 0,39^{0,33}} = 45,0980 \text{ м/мин.}$$

Определяем частоту вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 45,0980}{3,14 \cdot 30} = 478,75 \text{ мин}^{-1}. \quad (5.3)$$

Найденное значение $n = 478,75 \text{ мин}^{-1}$ корректируем по паспортным данным станка и устанавливаем действительное значение n частоты вращения. По паспорту 1К62 $n = 450 \text{ мин}^{-1}$.

Определение действительной скорости резания.

Действительная скорость резания определяется с учетом действительной частоты вращения n :

$$V_o = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 450}{1000} = 42,39 \text{ м/мин.} \quad (5.4)$$

Определяем силу резания P_z :

$$P_z = C_p \cdot t \cdot s^{0,75} \cdot v^{-0,25} \quad (5.5)$$

где C – коэффициент, характеризующий металл и условия его обработки;

x, y – показатели степеней при глубине резания и подаче;

n – показатель степени при скорости резания;

$$C_p = 285; x=1; y=0,75; n=-0,25;$$

$$P_z = 285 \cdot 1 \cdot 0,39^{0,75} \cdot 42,39^{-0,25} = 55,122 \text{ Н.}$$

Определяем мощность, затрачиваемая на резание.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60000} = \frac{55,122 \cdot 42,39}{60000} = 0,03894 \text{ кВт.} \quad (5.6)$$

Определение основного технологического времени:

$$T_o = \frac{L}{V \cdot S_o} = \frac{134}{450 \cdot 0,39} = 0,76 \text{ мин} \quad (5.7)$$

где L – длина рабочего хода резца, мм;

005. Токарная

Переход 3. Точить поверхность 24 на длине 56.

Определяем припуск h :

$$h = \frac{D_1 - D_2}{2}, \quad (5.8)$$

где D_1 и D_2 - диаметры поверхности соответственно, обрабатываемой (в начале обработки) и конечной согласно чертежу или эскизу;

$$h = \frac{28 - 24}{2} = 2 \text{ мм.}$$

Находим глубину резания t :

$$t_1 = 2;$$

Выбираем подачу S .

Для черновой обработки для стали рекомендуется 0,3...0,8 и выбираем $s=0,3 \text{ мм/об}$.

Корректируя по паспорту станка устанавливаем $S=0,3$ мм/об.

Определяем действительную подачу $S_{\text{дейст.}}$ Мм/об .

$$S_{\text{дейст.}} = 0,39 \text{ мм/об}$$

Определяем скорость резания V_p

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y}, \quad (5.9)$$

где C_v – коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал и условия его обработки;

m – показатель относительной стойкости;

T – стойкость резца;

x, y – показатели степени;

K_v – общий поправочный коэффициент, который представляет собой произведение отдельных поправочных коэффициентов;

Сталь 5 $\sigma_s = 750$, 1К62 без охлаждения $C_v = 92$; $x = 0,25$; $y = 0,33$; $m = 0,25$;

$$V_p = \frac{92}{60^{0,25} \cdot 2^{0,25} \cdot 0,39^{0,33}} = 37,923 \text{ м/мин.}$$

Определяем частоту вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 37,923}{3,14 \cdot 28} = 431,34 \text{ мин}^{-1}. \quad (5.10)$$

Найденное значение $n=431,34 \text{ мин}^{-1}$ корректируем по паспортным данным станка и устанавливаем действительное значение n частоты вращения. По паспорту 1К62 $n=450 \text{ мин}^{-1}$.

Определение действительной скорости резания.

Действительная скорость резания определяется с учетом действительной частоты вращения n .

$$V_o = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 450}{1000} = 39,564 \text{ м/мин.} \quad (5.11)$$

Определяем силу резания P_z .

Сила резания определяется по формуле:

$$P_z = C_p \cdot t \cdot s^{0,75} \cdot v^{-0,25} \quad (5.12)$$

где C – коэффициент, характеризующий металл и условия его обработки;

x, y – показатели степеней при глубине резания и подаче;

n – показатель степени при скорости резания;

$$C_p = 285; x=1; y=0,75; n=-0,25;$$

$$P_z = 285 \cdot 2^1 \cdot 0,39^{0,75} \cdot 39,564^{-0,25} = 112,163 \text{ Н.}$$

Определяем мощность, затрачиваемая на резание.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60000} = \frac{112,163 \cdot 39,564}{60000} = 0,0805 \text{ кВт.} \quad (5.13)$$

Определение основного технологического времени.

$$T_o = \frac{L}{P_o \cdot S_o} = \frac{56}{450 \cdot 0,39} = 0,31 \text{ мин} \quad (5.14)$$

где L – длина рабочего хода резца, мм;

5.4 Проектирование технологической сборки

Сборка машин – это соединения разного рода деталей и сборочных единиц в одну машину соблюдая при этом определенные правила. Сборка может быть общей и узловой. Общая сборка – это тот же объект, который является изделием в целом. Узловая сборка является составляющей частью всего изделия.

Почти треть всей трудоемкости производства машин занимает сборка в тракторном или сельскохозяйственном машиностроении. Если взять машины по отдельности, то трудоемкость сборки достигает и все 50% от всей трудоемкости.

От того как собран узел, во многом зависят и будущие характеристики, себестоимость и долговечность.

Первоначальные данные определения технологии сборочных процессов: общий вид машины и сборочный чертеж детали; для полного ознакомления с машиной нужны чертежи деталей, которые входят в узел; объем программного задания и сроки к которым будет готова программа; информация о каких либо особых условиях этого производства.

Сборочные чертежи узлов и вида в целом, должны включать в себя: основные параметры, носящие информацию о машине; допуски на размеры, которые показывают взаимное расположение деталей; зазоры, полагаемые конструкцией; положения о каких либо особенностях, касающиеся сборки сопряжённых узлов или всей машины в целом.

Спецификации деталей по каждому отдельно взятому узлу должны в себя включать: массу, названия всех деталей; марку материала и его вид; количество деталей приходящихся на одно изделие; виды заготовок; номера ГОСТа или нормали, для которых они должны быть.

Сборка включает в себя выполнение соединения разного рода деталей или сборочных единиц. Соединения делятся по технологическим и конструктивным признакам. По конструктивным признакам сопряжения бывают подвижные и неподвижные.

Структура, стадии и организация технологических процессов сборки.

Стадии сборочного процесса:

1. Приготовление к дальнейшей сборке отдельных частей за счет сверления отверстий, их развертывания, проторцевания, гибки, притирки, удаления

заусенцев, зачистка поверхностей и т.д. Больше всего приготовление к сборке характерна для единичного, редко, но можно его увидеть в серийном и недопустимо в массовом производстве машин.

2. Соединение деталей между собой в сборочные единицы и агрегаты из сборочных единиц.
3. Сборка целиком (сборка всей машины).
4. Правка и проверка в правильности сопряжения разных частей машин.
5. Обкатка трущихся между собой частей (обкатка двигателя).
6. Проверка машины с дальнейшим снятием рабочих характеристик.

Организация и структура технологии процессов сборки. Процесс сборки изделия делят на отдельные производимые операции.

Операцией является оконченная часть процесса сборки сельхозмашины или узла, производимое одним или несколькими людьми. Операция включает в себя переходы.

Переход выполняется без смены инструмента одним или несколькими людьми. При хронометражной сборке, переход делят на рабочие приемы.

Рабочий прием состоит из простых движений, которые выполняются лишь одним работником.

Стационарная сборка подразумевает собой выполнение всех действий на неподвижном рабочем месте. Она является отличительной чертой для индивидуального и серийного от массового производства.

При движущейся сборке, узел перемещается из одного рабочего положения к другому. На каждом, отдельно взятом рабочем месте производится закономерная операция. Подвижную сборку можно встретить в массовом и серийном производствах.

Что бы увеличить эффективность сборки, можно использовать поточный вид сборочных работ. Особенности поточной сборки являются: за выделенными рабочими местами прикрепляют операции по сборке; места для

работников делят в порядке последовательности выполняемых операции; синхронизацией операции во времени.

При движущихся сборках потоком применяются следующие средства транспортировки: рольганги, передвигаемые электродвигателем или вручную, безрельсовые и рельсовые тележки; разные транспортеры и конвейеры, и в том числе подвесные; карусельные столы.

При поточных передвижных сборках подача деталей может осуществляться прерывистым или непрерывным способом.

5.5 Составление технологической схемы сборки.

Для разработки технологического процесса сборки узла, выполняют технологические схемы узловой и общей сборки. Эти схемы показывают порядок сборки подузла, узла или всей машины. Основой для разработки сборочной схемы служит чертёж узла со спецификацией деталей, входящих в него. Все детали на сборочной схеме показывают в форме прямоугольника, состоящего из трех частей, в которых показывают число собираемых деталей номер детали по спецификации и его наименование. При построении сборочной схемы, сначала выбирают базовый узел или базовую деталь. Этим элементом является часть собираемого узла, на которую и будут собираться остальные подузлы и детали. От базового узла проводят линию, к которой присоединяют прямоугольники линиями, показывающие элементы сборки в порядке их присоединения к базовой части. В конце линии прямоугольником показывают узел в собранном виде.

Разработка технологического процесса сборки изделия происходит в нескольких этапах:

1. Вначале нужно отработать конструкции сборочных чертежей изделия и узлов на технологичность;
2. Далее определить целесообразный метод производства точной сборки;
3. Исходя от количества выпуска изделия, определить вид сборки;

4. Определится с целесообразностью степени дифференцирования или концентрации сборочных операций;
5. Установить порядок соединения сборочных единиц, узлов, деталей изделия и разработать схему всей сборки машины;
6. Выбрать выгодный способ контроля ,сборки и испытания готовой продукции;
7. Определится с необходимыми технологическими оборудованиями и выбрать оснастку;
8. Нормирование сборочных работ, определится с разрядом производимых работ, рассчитать, во сколько обойдутся сборочные работы;
9. Оформить всю документацию на работы по части сборки. Она состоит из разработки операционных и маршрутных карт, сборочных, электромонтажных и слесарно-сборочных работ, технологических процессов, комплектовочной карты, ведомости материалов, технологических схем сборки агрегата и его сборочных единиц.

На рисунке 5.1 показана схема сборки клапана одностороннего действия.



Рисунок 5.1 – Схема сборки одностороннего клапана

6 АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА ВОПРОСОВ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОЕКТИРУЕМОГО ТРАКТОРА ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

6.1 Безопасность жизнедеятельности на производстве проектируемого трактора

Безопасность жизнедеятельности на производстве – это совокупность многих правил и норм. Они создаются для обеспечения защиты жизни и сохранения здоровья человека. При приеме на работу будущий сотрудник обязательно должен пройти инструктаж по технике безопасности. Руководители предприятий должны осуществлять контроль над своевременными инструктажами. Обязательно должны вести журнал, где должны ставить подписи все работники, которые прошли инструктаж по технике безопасности.[3]

Не заканчивающееся перевооружение техникой, интенсификации производства, повышающийся уровень механизации всех производств, интенсивный рост в потребности электричеством диктует кардинально новые подходы к организации труда. Нынешнее состояние безопасности жизнедеятельности является важнейшим показателем в производстве техники.

Проанализируем состояние безопасности жизнедеятельности в машиностроительном производстве.

Покажем основополагающие разделы охраны труда и техники безопасности, в частности:

1) Общее руководство и ответственность за организацию, и проведение мероприятий по обеспечению охраны труда в производстве возлагается на самого директора.

2) Мероприятия по проведению технических и организационных работ, обучению технике безопасности, с учетом расследование ЧС, и жесткий

контроль над состоянием охраны труда возлагаются на инженера по технике безопасности.

3) Ответственными за работы по организацию охраны труда и противопожарной безопасности являются управляющие бригадой и начальники участков.

4) Назначить отвечающих за рабочее состояние и своевременное обслуживание котлов, газооборудования, экономайзеров, коммуникаций и сетей, спецоборудования процессов в животноводстве и производстве.

5) Назначить ответственных за исправность подъемных механизмов и сосудов, работающих под большой нагрузкой, и еще за безопасную погрузку и разгрузку разного рода частей и узлов.

6) Определить членов комиссии для проведения проверок на знания по охране труда и проведения «Дня охраны труда».

В машиностроительном производстве рабочие должны пройти следующие виды инструктажей:

- 1) вводный, сразу, при поступлении на работу в производство;
- 2) первичный инструктаж по техники безопасности при принятии на работу, который проводится на рабочем месте;
- 3) повторный инструктаж – один раз в полгода со дня начала работы ;
- 4) внеплановый инструктаж – если поменяется технология производства, конструкция и при несчастных случаях, произошедших на территории производства;
- 5) целевой инструктаж – при получении наряда-допуска.

В всех производствах должны имеется кабинет или кабинеты, посвященные ТБ и охране труда. Они должны оснащаться инструкциями, плакатами, а так же пособиями.

Инженер по технике безопасности должны проводит курсы, занятия, семинары с руководителями участков, специалистами, главными бригад,

которые после обязаны провести инструктажи и мероприятия на своих участках и в бригадах. Каждый квартал инженер по технике безопасности должен проверять системы обучения. Может составлять акты о нарушении предписаний по недопущению недочетов.

При проведении ТО (техническое обслуживание) проектируемого трактора следует выполнять ниже предписанные требования по безопасности:

1. Проводимые операции ТО должны производиться строго при неработающем двигателе и выключенном вале отбора мощности, навешенные сельхозорудия должны быть опущены на землю и трактор заторможен путем включения ручного тормоза.

2. Для того что бы поднять трактора необходимо использовать только надежные домкраты или подъемники и после подъема под полуоси задних колес, ось переднего ведущего моста, или остова трактора необходимо установить специальные упоры, которые полностью исключают падение и соскальзывание трактора.

3. Не нарушать требования по ТБ при использовании подъемников и передвижных устройств.

4. При проведении осмотра объектов контролирования и регулирования использовать переносную лампу, защищенную проволочной сеткой или экраном.

5. Инструменты (ключи, щупы и т.д.) и приспособления для проведения ТО должны быть без дефектов, использоваться только по своему прямому назначению и обеспечивать безопасное выполнение работ. Нарращивать ключи тоже запрещается.

6. Накачивать колеса сжатым воздухом без периодической проверки давления строго запрещается.

7. При проведении ТО аккумуляторов:

- а) избегать пролития на кожу электролита;

б) батареи очищать от грязи в перчатках тряпкой, смоченной в растворе аммиака;

в) при низком уровне в банках электролита, разрешается доливать только дистиллированную воду;

г) строго запрещается проверка заряженности аккумулятора путем замыкания клемм накоротко;

д) запрещается подносить открытый огонь во время проверки уровня или состояния электролита.

8. Что бы избежать ожога, нужно быть осторожным при открывании пробки заливной горловины расширительного бачка и при спуске горячего антифриза из радиатора системы охлаждения и масла из картера системы смазки двигателя.

9. Снятие и установка двигателя следует произвести при помощи надежного троса, прикрепленного к специальному рым-болту.

10. Следует с особой осторожностью разбирать гидроаккумулятор и привод управления задним валом отбора мощности, из-за того, что их пружины находятся в сжатом состоянии с усилием 200 кгс (2000Н).

11. Все действия, при которых используется электрогазосварка производить на тракторе только со снятой клеммой «массы».

12. Не следует проверять электрооборудования (лампочки и т.д.) способом замыкания контактов генератора на «массу».

Опишем основополагающие требования по охране труда оператора.

Требования безопасности к работам, выполняемым сельхозмашинами, указаны в Типовых отраслевых инструкциях на соответствующие виды работ.

Для работы на сельхозмашинах должны быть допущены лица с мужским полом, возраст которых не меньше 17 лет, имеющие соответствующее удостоверение.

На, так называемых, энергонасыщенных тракторах могут работать только те люди, которые окончили специальные курсы и получили водительское удостоверение.

Для выполнения работ на склонах с уклоном более 9° (16%) допускаются только трактористы 1 или 2 класса с непрерывным стажем на данной специализации не меньше трех или более лет.

Работу следует производить лишь в средствах индивидуальной защиты (костюм) (ГОСТ 12.4 109), если нужно, используйте защитные перчатки с рукавицами (ГОСТ 12 4 010) и очки для защиты глаз (ГОСТ 12.4.013).

В холодное время работать следует лишь в хорошо утепленном костюме (ТУ 17 РСФСР 7426) и валяных сапогах с обрешиненным низом (ОСТ 17 - 337).

Перед заправкой трактора техническими жидкостями (топливо, масло, антифриз и т.д.) его следует остановить на ровной местности (в конце поля или гона) и заглушить дизель.

Доливку или заправку производить желательно в светлое время дня.

Для того что бы произвести заправку трактора в темное время, запрещается применять с целью освещения топливного бака открытое пламя. Но можно пользоваться осветительным прибором другой машины или трактора, расположенного на расстоянии не меньше 10 м от места заправки, переносным осветителем, питающейся от бортовой сети машины, или фонарем.

6.2 Безопасность жизнедеятельности при чрезвычайных ситуациях

Фразеологизм «чрезвычайная ситуация (ЧС)» твердо вошло в жизнь и сознание людей. Это можно объяснить тем, что развитие всей человеческой цивилизации и современного мира между собой взаимосвязаны: наводнения, землетрясения, ураганы, жара, холод, стихийные бедствия и т.п. В истории человечества не было еще ни одного столетия, в котором не происходили взрывы, затопления и т.д., из-за которых страдают и погибают люди.

Развитие человеческого общества тесно связано с реальными чрезвычайными ситуациями. Нередко они являются причиной смерти людей, разрушения материальных благ, перемен в окружающей среде, порядка жизни. Не редко когда чрезвычайные ситуации приводили к исчезновению целых цивилизаций, а так же служили основой в развитии народов и религий. Из-за них же случались разрушения политических и экономических систем, пересматривались вопросы взаимоотношения человека с природой, с техникой, и с самим собой.

Чрезвычайной ситуацией называется обстановка, которая возникла, в следствии, какой либо аварии, катаклизма, природного происшествия которые привели к человеческой гибели, ухудшению здоровья людей, нарушению жизнедеятельности граждан.

Далее проанализируем как необходимо поступать при ЧС-пожаре в сельской местности.

Главную роль в пожарной охране на селе составляют добровольные пожарные команды (ДПК) или дружины (ДПД). Количество людей, состоящих в дружине ДПД определяется руководителем предприятия по взаимному согласию с местными пожарным надзором, в том числе, и с учетом имеющихся в наличии средств пожаротушения. На территории села обязана быть одна ДПД с отделами в бригадах. Людям, состоящим в ДПД предоставляются следующие льготы: бесплатная страховка жизни; выдаются специализированные одежды; оплата труда за участие в пожаротушении.

Члены ДПД должны содержать в рабочем состоянии и незамедлительной боевой готовности пожарную спецтехнику, быть знакомы со способами тушения пожара, достаточно часто проводить учебные тревоги, проверяют на объектах источники водоснабжения, огнетушители, соблюдение правил пожарной безопасности, и ведут разъяснительную работу среди населения села. Табель боевого расчета определяет обязанности члена ДПД, который вывешивается на доске информации пожарного депо. Местная власть является ответственным за организацию и обеспечивают материалами ДПД.

В случае возникновения пожара в селе все люди, которые способны помочь, должны быстро явиться со средствами пожаротушения, которые были определены начальником ДПД для жителей этой улицы (топор, багор, ведро), и помогать в тушении пламени. Начальник ДПД, сразу, после прибытия на место возгорания, должен немедленно определить: где и из-за чего произошел пожар; угрожает ли жизни людей или животных что либо, и пострадало ли имущество потерпевшего; где находятся сами хозяева или животные и каким путем могут быть эвакуированы; путь и размеры передвижения пожара; количество сил, необходимых для ликвидации очага; как необходимо подавать струей воды; где надо разбирать постройку.

Отряд тушения помогает людям выбраться из “плена”, проводит пожарные рукава источнику огня, ведет управление над пожарными брандспойтами или гасит пламя водой из ведер, выводит животных и имущество из огня, разбирает здание, если это необходимо для облегчения пожаротушения. В данный отряд входит и население, принесшие с собой лестницы, пилы и т.д.

Отряд водоснабжения отвечает за исправность насосов и приносит воду к объекту охваченным огнем. К ним относятся люди, прибывшие с лопатами, ведрами, веревками.

Отряд защиты следит за тем, чтобы огонь не распространялся на соседние строения и при необходимости, разбирает заборы и т.д. В их численность относятся люди, принесшие с собой ведра, лестницы, швабры, топоры.

Отряд охраны следит за вещами и животными, одновременно помогая отряду тушения в эвакуации, в частности из близко находящихся зданий, которые стоят рядом с горящим, и оказывает необходимую медицинскую помощь потерпевшим. Этот отряд состоит из людей с веревками и носилками.

При эвакуации животных из здания охваченного огнем, могут образоваться заторы из-за того, что животные не захотят выйти из здания. Эвакуируя коз и овец, необходимо сначала вывести вожака. Свиной таят за

уши или за ноги. Корове, надевают мешок на голову. Лошадь проще вывести, если надеть на нее узду или седло.

6.3 Безопасность жизнедеятельности при работе с проектированным трактором

Требования безопасности строгие. Только соблюдение мер предосторожности и четкое выполнение правил управления трактором и его обслуживания обеспечивают полную безопасность работы на нем.

Общие указания:

1. Очень внимательно просмотрите инструкцию предназначенные для операторов перед началом пользования трактора. Недостаток знаний по управлению и эксплуатации трактора могут привести к плачевным последствиям.

2. За руль трактора могут быть допущены операторы, прошедшие подготовку и инструктаж по ТБ и пожарной безопасности.

3. Если в конструкции трактора предусмотрен ремень безопасности, то его использование во время всех видов работ обязательно.

4. Если заводом-изготовителем не предусмотрено место для установки дополнительного сиденья, то запрещается сажать в кабину пассажира категорически, так как другого безопасного места, кроме сиденья оператора, в кабине нет.

5. Все предупредительные таблички должны читаться без затруднения.

6. В случае если таблички пришли в негодное состояние или были утеряны, то их стоит заменить на новые.

7. Прежде чем приступать к работе внимательно проверьте трактор, прицеп (если таковой имеется), навешивающее устройство и сцепку. Начинайте движение, только убедившись в их работоспособности. Прицепные сельхозмашины и транспортирующие прицепы должны иметь только

жесткую сцепку, которые полностью препятствуют их раскачиванию и исключают наезд на трактор во время работы.

8. Перед запуском двигателя необходимо включить стояночный тормоз путем подтяжки рычага “на себя”, вал отбора мощности (ВОМ) следует установить в положении «выключено», переключатели делителя и выбора передач — в положении «нейтраль». Рычаг включения насоса гидросистемы нужно установить в положении привода «от дизеля».

9. Не стоит заводить двигатель и управлять рычагами если не находитесь в кабине на месте оператора.

10. До начала движения необходимо предупредить остальных сигналом.

11. Не выходить из кабины движущегося трактора.

7 АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

7.1 Анализ общего состояния окружающей среды в производстве проектируемого трактора

Широкое использование разного типа машин и станков в производстве, является необходимым условием для рентабельности готового продукта. Благодаря машинам, в разы, понижается трудоемкость производства, увеличивается качество выполняемой работы, возрастает производительность, гораздо легче выполняются объемные технологические процессы в кратчайшие агротехнические сроки. Благодаря такому подходу производства снижаются затраты при производстве, соответственно и себестоимость продукции. Но неправильно подобранный режим работы машин и станков могут так же привести к негативным воздействиям на окружающую среду [14].

При масштабном производстве станков и машин стоит обратить внимание на данные виды воздействий с окружающей средой: инфразвуковые и ультразвуковые воздействия, а так же акустическое воздействие которое проявляется в звуковом воздействии на окружающую среду.

Во время работы двигателей в атмосферу распространяются выхлопные газы (CO_2 и т.д.).

В сточных водах рядом с участком технического обслуживания тракторов содержатся эмульсии нефтепродуктов, использованные охлаждающие растворы, разного рода сбросы, грязь и другие составляющие. Используются многие земельные участки (пути подъезда, места для поставки на хранение, пути и т.д.).

То есть, изучив по какой причине происходит загрязнение, можно казать, что установка данных диагностирующих средств на проектируемый трактор не повлияет на окружающую среду отрицательным способом. Наоборот, своевременное выявление неисправностей снизит процент вредности отработавших газов.

7.2 Рекомендации по улучшению экологической обстановки в производстве проектируемого трактора

Для уменьшения отрицательного воздействия на природу, при проектировании производства, постройки и эксплуатации соблюдать строгие правила.

Рядом с производственным предприятием должно находиться санитарно-защитная зона, с шириной не меньше 50 м. В этой местности сажают деревья, кусты и благоустраивают. Они помогают уменьшить объем углекислого газа, пыли, обогащают воздух кислородом и регулируют микроклимат.

Водоёмы, в приземном слое, создают благоприятное воздействие на атмосферу, так же участвуют в поглощении пыли, ионизируют и охлаждают воздух.

Наиболее легким путем по снижению наносимого вреда окружающей среде выхлопными газами, является поддержание трактора или автомобиля в исправном состоянии.

Дымность выхлопных газов является указателем показывающий степень поглощения потока света, просвечивающего отработавшие газы. Для дизельных автомобилей она определяется при максимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя. Дымность выхлопных газов на режиме свободного ускорения для дизеля без наддува не должна быть более 40%, с турбонаддувом 50%. При максимальных оборотах холостого хода дымность не должна быть выше 15%.

8 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА И КОНСТРУКЦИИ

8.1 Расчет суммарных энергетических затрат тракторов

С помощью программы MATLAB рассчитаем изменение суммарных энергетических затрат от площади поля для различных марок тракторов. На всех тракторах будем использовать культиватор типа ККШ.

Исходные данные будем использовать такие же как при определении оптимального веса и мощности, где:

Шаг ширины захвата культиватора = 1 м;

Площадь поля, га. = 100;

Длину гона, км. = 1;

Расстояние переезда, км. = 3;

Коэффициент прочности несущей поверхности = 0,9;

Объем работы, га = 1000;

Количество тракторов выполняющих операцию = 1;

Число часов работы в сутки = 16;

Планируемую урожайность основной и побочной продукции, ц/га. = 40;

Давление в шинах, МПа = 0,16;

Число колес на одном борту трактора = 1.

После ввода данных в ЭВМ программа рассчитывает и выдает оптимальные значения и график изменения суммарных энергетических затрат. Оптимальные значения расчетов можно посмотреть в приложении Г. Изменение суммарных энергетических затрат от площади поля для различных марок тракторов, представлен на рисунке 8.1.

Из графика видно, что из колесных тракторов для выбранных условий работы оптимальные суммарные энергетические затраты обеспечивает трактор МТЗ – 1523. У этого трактора суммарные энергетические затраты составляют 2567 МДж/га.

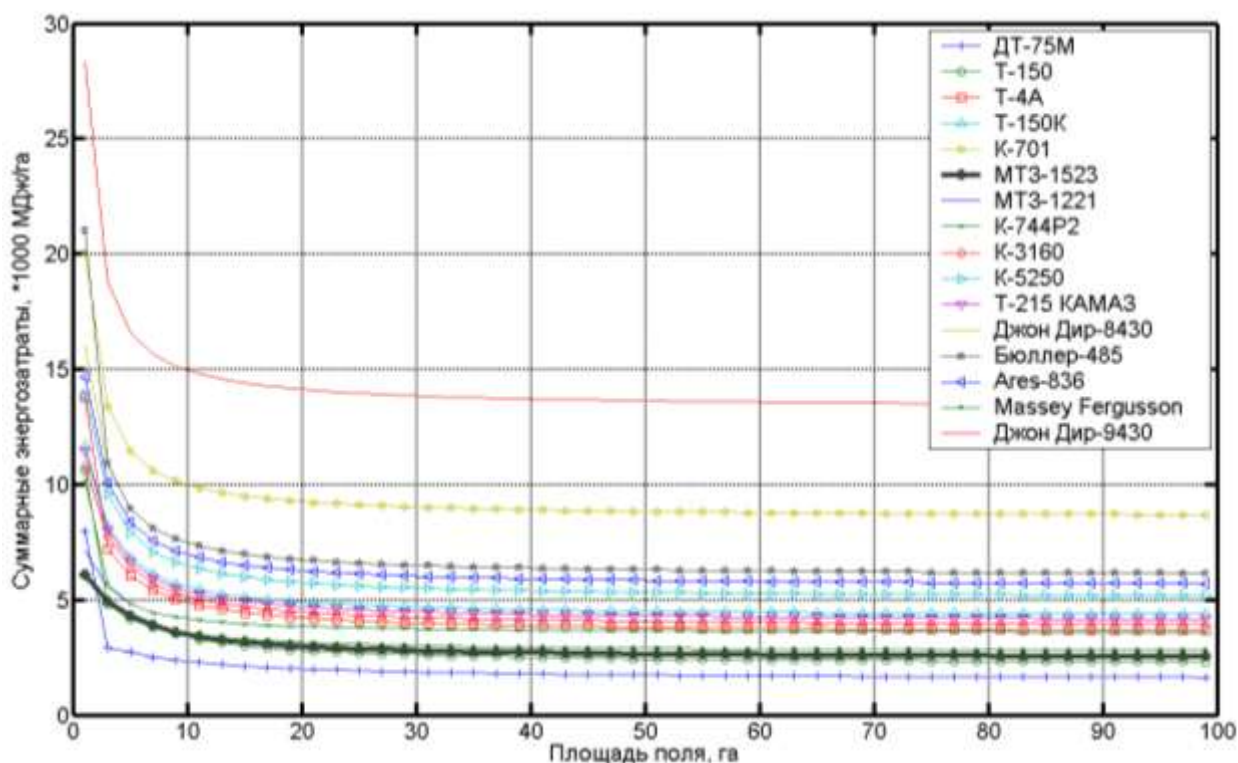


Рисунок 8.1 – Изменение суммарных энергетических затрат от площади поля для различных марок тракторов

Основные параметры трактора МТЗ – 1523: эксплуатационная масса 71 кН; мощность двигателя 121 кВт. Его параметры соответствуют рассчитанным оптимальным значениям. Это доказывает, что расчеты проведены правильно. Кроме того, использование наиболее эффективного трактора приведет к экономии суммарных энергетических затрат по сравнению с другими тракторами. Например, на графике самый блажащий трактор к МТЗ – 1523 по суммарным энергетическим затратам является трактор Massey Ferguson. У этого трактора суммарные энергетические затраты составляют 2835 МДж/га.

Рассчитаем разницу суммарных энергетических затрат между тракторами МТЗ – 1523 и Massey Ferguson:

$$E_{\min} = 2835 - 2567 = 268 \text{ МДж/га}$$

Разница суммарных энергетических затрат между тракторами составляет: 268 МДж/га.

Теперь определим, у какого трактора самые большие суммарные энергетические затраты. Из графика видно, что этим трактором является Джон Дир – 9430. У этого трактора суммарные энергетические затраты составляют 13489 МДж/га.

Рассчитаем разницу суммарных энергетических затрат между тракторами МТЗ – 1523 и Джон Дир – 9430.

$$E_{\min} = 13489 - 2567 = 10922 \text{ МДж/га}$$

Если будем использовать трактор МТЗ – 1523 вместо Джон Дир – 9430, то экономия получится 10922 МДж/га. Здесь экономия считается за счет снижения потери урожайности. По этому разницу суммарных энергетических затрат можно перевести в зерно. Из всех зерновых культур выберем ячмень. Так как вначале рассчитывали зависимость основных параметров трактора от планируемой урожайности ячменя. В одном килограмме ячменя содержится 14,4 МДж энергии.

Теперь чтобы определить сэкономленные энергетические затраты в килограммах разницу суммарных энергетических затрат тракторов МТЗ – 1523 и Джон Дир – 9430, то есть получившую экономию разделим на энергию ячменя в одном килограмме.

$$\frac{10922}{14,4} = 758 \text{ кг.}$$

При использовании трактора МТЗ – 1523 в место Джон Дир – 9430 потери можно снизит до 758 кг.

Теперь определим, сколько средств сэкономили в рублях при использовании трактора МТЗ – 1523 вместо Джон Дир – 9430.

На сегодняшний день на рынках стоимость 1 килограмма ячменя стоит 9 рублей. Поэтому для определения сэкономленных средств (в рублях) стоимость ячменя умножим на сэкономленные энергетические затраты в килограммах.

$$758 \times 9 = 6822 \text{ рублей}$$

При использовании трактора МТЗ – 1523 в место Джон Дир – 9430 сэкономленные средства равняются 6822 рублей на гектар. Допустим, если в хозяйстве 1500 га земли, то экономия составляло бы 10233000 рублей.

8.2 Экономическое обоснование модернизированного производственного процесса

Произведем расчет дополнительных капитальных вложений в машинно-тракторный парк.

Дополнительные капитальные вложения определяют по формуле:

$$\Delta K = C_{\delta 1} - C_{\delta 0} + C_{\kappa} m_{\kappa} \quad (8.1)$$

где $C_{\delta 1}$, $C_{\delta 0}$ – балансовая стоимость тракторов по проекту и фактически, тыс. руб.;

C_{κ} – стоимость сконструированной системы диагностики;

m_{κ} – требуемое количество сконструированных устройств.

Балансовая стоимость тракторов по проекту и фактически не отличаются, поэтому дополнительные капитальные вложения полностью определяются стоимостью разработки:

$$\Delta K = C_{\kappa} m_{\kappa} \quad (8.2)$$

Стоимость сконструированной системы диагностики включает в себя стоимость радиоэлементов, а также стоимость изготовления одностороннего клапана и монтажа элементов на трактор, а также ее обслуживания:

$$C_{\kappa} = 60000 \text{ руб.}$$

Отсюда дополнительные капитальные затраты составят:

$$\Delta K = 60000 \times 5 = 300000 \text{ руб}$$

Произведем расчет уровня эксплуатационных затрат по формуле:

$$S_{\text{экс}} = \frac{C_{\text{зн}} + C_{\text{тсм}} + C_{\text{РТО}} + A + C_{\text{проч}}}{\Omega_{\text{год}}} \quad (8.3)$$

где $C_{\text{зн}}$ – годовые затраты на оплату труда;

$C_{\text{тсм}}$ – годовые затраты на топливо и смазочные материалы;

$C_{\text{РТО}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание;

A – затраты на амортизацию;

$C_{\text{проч}}$ – прочие затраты.

Затраты на оплату труда определяют по формуле:

$$C_{\text{зн}} = \sum Z_{\text{ghi}} \cdot m_{\text{нсм}} \cdot K_{\text{доп}} \quad (8.4)$$

где $C_{\text{зн}}$ – затраты на оплату труда, руб;

Z_{ghi} – дневная тарифная ставка трактористов-машинистов по среднему разряду;

m – количество нормо-смен по данной марке тракторов;

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий все виды доплат и надбавок;

Принимая во внимание, что $Z_{\text{ghi}} = 500$ руб; $K_{\text{доп}} = 2,2$ находим

$$C_{\text{зн}} = 500 \times 22600 \times 2,2 = 24860000 \text{ руб}$$

Годовые затраты на топливо и смазочные материалы определяем по формуле:

$$C_{\text{тсм}} = \sum C_{\text{комп}} \cdot g_i \cdot \Omega_{\text{годи}} \quad (8.5)$$

где $C_{\text{комп}}$ – комплексная цена одного килограмма основного топлива, руб/кг;

g_i – средняя норма расхода топлива, по проекту, кг/ч; фактические вследствие износа двигателя $g_{\text{ифакт}} = 27,46$ кг/ч;

$\Omega_{\text{годи}}$ – годовой объем работ.

Принимая во внимание, что $\Pi_{\text{комп}} = 45 \text{ руб/кг}$; $g_{\text{проект}} = 27,46 \text{ кг/ч}$; $g_{\text{факт}} = 31,2 \text{ кг/ч}$ находим

$$C_{\text{тсм}}^{\text{проект}} = 1500 \times 5 \times 27,46 \times 45 = 9267750 \text{ руб};$$

$$C_{\text{тсм}}^{\text{фактический}} = 1500 \times 5 \times 31,2 \times 45 = 10530000 \text{ руб}.$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание до внедрения встроенной системы диагностики составляли около 6% от изначальной стоимости тракторов, после внедрения системы диагностики, затраты на ремонт понизились и стали составлять 5% от стоимости тракторов. Допустим, что стоимость трактора будет в районе 2900000 рублей. А количество тракторов в предприятии возьмём 5 штук.

$$C_{\text{рто}}^{\text{факт}} = 2900000 \times 5 \times 0,06 = 900000 \text{ руб}.$$

$$C_{\text{рто}}^{\text{проект}} = 2900000 \times 5 \times 0,05 = 750000 \text{ руб}.$$

Прочие затраты принимаются в размере 10..15% от затрат на оплату труда:

$$C_{\text{проч}} = 24860000 \times 0,12 = 2983200$$

Отсюда уровень эксплуатационные затраты составят:

По проекту:

$$C_{\text{эксп}}^{\text{проект}} = C_{\text{зп}} + C_{\text{тсм}} + C_{\text{рто}} + A + C_{\text{проч}} =$$

$$= 24860000 + 9267750 + 750000 + 2983200 = 37860950 \text{ руб}$$

По факту:

$$C_{\text{эксп}}^{\text{фактич}} = C_{\text{зп}} + C_{\text{тсм}} + C_{\text{рто}} + A + C_{\text{проч}} =$$

$$= 24860000 + 10530000 + 900000 + 2983200 = 39237200 \text{ руб}.$$

Годовая экономия составит:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 39237200 - 37860950 = 1376250 \text{ руб}.$$

Годовой экономический эффект равен:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - \Delta K = 1376250 - 300000 = 1076250 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений:

$$T_{\text{ок}} = \frac{\Delta K}{\mathcal{E}_{\text{год}}} = \frac{300000}{1376250} = 0,22 \text{ года.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{\Delta K} = \frac{1376250}{300000} = 4,6.$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 8.1.

Таблица 8.1 – Сравнительные показатели эффективности

Наименование показателя	В среднем	По проекту	Проект в % к среднему
Эксплуатационные затраты, руб.	39237200	37860950	96%
Годовая экономия, руб.	1376250		
Годовой экономический эффект, руб.	1076250		
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет	0,22		
Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений	4,6		

8.3 Эффективность использования конструкции

Таким образом, как видно из расчетов, применение встроенной диагностики системы впуска воздуха в двигатели проектируемых тракторов позволит существенно снизить эксплуатационные затраты и соответственно

получить экономический эффект в размере 1076250 руб. Дополнительные капитальные вложения оказываются сравнительно небольшими, поскольку включают лишь стоимость изготовления одностороннего клапана и покупных датчиков, а также стоимость монтажа сконструированной системы на трактор.

Срок окупаемости проекта составляет менее года, что говорит о том, что внедрение сконструированной системы встроенной диагностики системы впуска воздуха в двигатель является экономически выгодным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведение вычислительных экспериментов на основе энергетической математической модели культиваторных агрегатов с учетом влияния трактора на формируемый урожай зерновых культур, позволило обосновать основные параметры трактора для выполнения технологических операций средней энергоемкости.

2. Оптимальный вес трактора должна находиться в пределах 65-75 кН. Оптимальная мощность двигателя трактора 121 кВт. Создание тракторов общего назначения с четырьмя ведущими колесами позволило улучшить тягово – сцепные качества колесных тракторов, снизить суммарные энергетические затраты на один га, в том числе за счет снижения потерь урожая

3. В данной выпускной квалификационной работе была разработана встроенная диагностика системы впуска воздуха проектируемого трактора. В процессе выполнения работы был проведен обзор литературных данных о существующих конструкциях систем диагностики механизмов газораспределения, на основании анализа сделан вывод об актуальности данной разработки. Произведены конструкторские расчеты одностороннего клапана и расчеты датчика на прочность, сделан выбор используемых датчиков.

4. Использование спроектированного устройства на предприятиях позволит снизить эксплуатационные затраты за счет экономии топлива исправным двигателем, продления срока службы двигателя, снижения затрат на ремонт и техническое обслуживание, а также снижения трудозатрат на проведение диагностики газораспределительного механизма.

5. При расчете суммарных энергетических затрат тракторов МТЗ – 1523 в место Джон Дир – 9430 сэкономленные средства составляют 6822 рублей на гектар. При экономическом обосновании модернизированного производственного процесса годовая экономия составляет 1376250 рублей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверченков В.И., Горленко О.А., Ильицкий В.Б. и др. Технология машиностроения: Учеб. пособие/ В.И. Аверченков и др.; Под общей ред. В.И. Аверченкова и Е.А. Польского. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 288 с.
2. Беднарский В.В. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. Учебник. - Ростов н/Д: Феникс, 2005, с.120.
3. Виглеб Г. Датчики. Устройство и применение Пер с нем. - М.: Мир, 1989. – 196 с.
4. Добрынина В.А. Экономика сельского хозяйства. - М. Агропромиздат, 1990. – 476 с.
5. Долгошей Г.А., Макеенко М.М. Экономика сельского хозяйства. Словарь-справочник. - М.: Колос, 1981. – 400 с.
6. Епифанов Л.И., Епифанова Е.А. Техническое обслуживание и ремонта автомобилей. – М.: Форум-Инфра-М, 2009. – 352 с.
7. Епифанов Л.И., Епифанова Е.А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. - М.: ФОРУМ: Инфра. - М., 2006, с.87.
8. Жевлаков П.К., Иофинов С.А., Лурье А.Б., Турбин Б.Г. Механизация и электрификация сельского хозяйства. - М.: СельХозгиз., 1990. - 552 с.
9. Зангиев А.А. и др. Производственная эксплуатация машинно – тракторного парка.– М.: Колос, 1996.–320 с.
10. Полевицкий К. Сельскохозяйственные машины и орудия. - М.: Сельхозгиз, 1993. – 612 с.
11. Попов Н.А. Экономика сельского хозяйства. - М.: ДиС, 2001. - 368 с.
12. Руководство по эксплуатации двигателей ММЗ Д-260 и их модификации – Минск – 2009. 79 с.

13. Сергеев, И.Ф., Сычугов, Н.П. Сельскохозяйственные машины. Учебники и учебные пособия для подготовки кадров массовых профессий - М.: Агропромиздат, 1986. – 223 с.
14. Сергеев, И.Ф., Сычугов, Н.П. Сельскохозяйственные машины. Учебники и учебные пособия для подготовки кадров массовых профессий - М.: Агропромиздат, 1986. – 223 с.
15. Хафизов К.А., Хафизов Р.Н. Выпускная квалификационная работа: учебная методическая пособие; ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет». – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2014. – 280 с.
16. Хафизов К.А. Пути снижения энергетических затрат. Изд-во Казанского Университета, 2007. – 272 с.
17. Ревинская О. Г. Основы программирования в MatLab: учебное пос-е. – СПб: БВХ-Петербург. 2016.-208 с.

РАСЧЕТЫ

ПРОВЕРКА СТАБИЛЬНОСТИ ПАРАМЕТРОВ ТРАКТОРА

Расчет 1

Площадь культивируемого поля, га. =100
Длина гона поля, км. =1
Расстояние переезда, км. =3
Плотность семян, кг/м³ =800
Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
Объем проделываемой работы, га =400
Количество тракторов выполняющих обработку =1
Время работы за одни сутки=14
Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16
Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
Коэффициент сопротивления перекатыванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 10$ м
 $V_{opt} = 12$ км/ч
 $M_{tiop} = 70$ кН
 $N = 165,62$ л.с.
 $E_{min} = 1424,6$ МДж/га

Меняем площадь поля (10 га, 40 га, 70 га, 100 га, 130 га)

Расчет 2

Площадь культивируемого поля, га. =10
Длина гона поля, км. =1
Расстояние переезда, км. =3
Плотность семян, кг/м³ =800
Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
Объем проделываемой работы, га =400
Количество тракторов выполняющих обработку =1
Время работы за одни сутки=14
Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16
Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5

Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 8 \text{ м}$

$V_{opt} = 12 \text{ км/ч}$

$M_{ti_{opt}} = 60 \text{ кН}$

$N = 151.8656 \text{ л.с}$

$E_{min} = 1618,5 \text{ МДж/га}$

Расчет 3

Площадь культивируемого поля, га. =40

Длина гона поля, км. =1

Расстояние переезда, км. =3

Плотность семян, кг/м³ =800

Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9

Объем прodelываемой работы, га =400

Количество тракторов выполняющих обработку =1

Время работы за одни сутки=14

Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40

Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16

Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1

Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5

Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 10 \text{ м}$

$V_{opt} = 11 \text{ км/ч}$

$M_{ti_{opt}} = 70 \text{ кН}$

$N = 165.6275 \text{ л.с}$

$E_{min} = 1454.4 \text{ МДж/га}$

Расчет 4

Площадь культивируемого поля, га. =70

Длина гона поля, км. =1

Расстояние переезда, км. =3

Плотность семян, кг/м³ =800

Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9

Объем прodelываемой работы, га =400

Количество тракторов выполняющих обработку =1

Время работы за одни сутки=14

Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 10 \text{ м}$
 $V_{opt} = 11 \text{ км/ч}$
 $M_{ti_{opt}} = 70 \text{ кН}$
 $N = 165,6275 \text{ л.с}$
 $E_{min} = 1433,0 \text{ МДж/га}$

Расчет 5

Площадь культивируемого поля, га. =100
 Длина гона поля, км. =1
 Расстояние переезда, км. =3
 Плотность семян, кг/м³ =800
 Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
 Объем прodelываемой работы, га =400
 Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=14
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 10 \text{ м}$
 $V_{opt} = 12 \text{ км/ч}$
 $M_{ti_{opt}} = 70 \text{ кН}$
 $N = 165,62 \text{ л.с.}$
 $E_{min} = 1424,6 \text{ МДж/га}$

Расчет 6

Площадь культивируемого поля, га. =130
 Длина гона поля, км. =1
 Расстояние переезда, км. =3
 Плотность семян, кг/м³ =800
 Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9

Объем прodelываемой работы, га =400
 Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=14
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 10 \text{ м}$
 $V_{opt} = 11 \text{ км/ч}$
 $M_{ti_{opt}} = 70 \text{ кН}$
 $N = 165,6275 \text{ л.с}$
 $E_{min} = 1420,2 \text{ МДж/га}$

Изменяем часы работы в сутки (8 ч, 16 ч, 24 ч)

Расчет 7

Площадь культивируемого поля, га. =100
 Длина гона поля, км. =1
 Расстояние переезда, км. =3
 Плотность семян, кг/м³ =800
 Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
 Объем прodelываемой работы, га =400
 Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=8
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 12 \text{ м}$
 $V_{opt} = 12 \text{ км/ч}$
 $M_{ti_{opt}} = 90 \text{ кН}$
 $N = 227,7984 \text{ л.с}$
 $E_{min} = 1746,9 \text{ МДж/га}$

Расчет 8

Площадь культивируемого поля, га. =100
 Длина гона поля, км. =1
 Расстояние переезда, км. =3
 Плотность семян, кг/м³ =800
 Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
 Объем прodelываемой работы, га =400
 Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=16
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 10 \text{ м}$
 $V_{opt} = 11 \text{ км/ч}$
 $M_{ti_{opt}} = 70 \text{ кН}$
 $N = 165,6275 \text{ л.с}$
 $E_{min} = 1355,8 \text{ МДж/га}$

Расчет 9

Площадь культивируемого поля, га. =100
 Длина гона поля, км. =1
 Расстояние переезда, км. =3
 Плотность семян, кг/м³ =800
 Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
 Объем прodelываемой работы, га =400
 Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=24
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 7 \text{ м}$
 $V_{opt} = 11 \text{ км/ч}$
 $M_{ti_{opt}} = 50 \text{ кН}$

$N = 116,06 \text{ л.с}$
 $E_{\min} = 1164,6 \text{ МДж/га}$

Изменим планируемую урожайность (10 ц/га, 20 ц/га, 30 ц/га, 40 ц/га)

Расчет 10

Площадь культивируемого поля, га. =100
 Длина гона поля, км. =1
 Расстояние переезда, км. =3
 Плотность семян, кг/м³ =800
 Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
 Объем прodelываемой работы, га =400
 Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=14
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =10
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекатыванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 12 \text{ м}$
 $V_{opt} = 12 \text{ км/ч}$
 $M_{tiop} = 90 \text{ кН}$
 $N = 227,7984 \text{ л.с}$
 $E_{\min} = 719,6 \text{ МДж/га}$

Расчет 11

Площадь культивируемого поля, га. =100
 Длина гона поля, км. =1
 Расстояние переезда, км. =3
 Плотность семян, кг/м³ =800
 Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
 Объем прodelываемой работы, га =400
 Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=14
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =20
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекатыванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 12 \text{ м}$
 $V_{opt} = 12 \text{ км/ч}$
 $M_{tiop} = 90 \text{ кН}$
 $N = 227.7984 \text{ л.с}$
 $E_{min} = 957,3 \text{ МДж/га}$

Расчет 12

Площадь культивируемого поля, га. =100
 Длина гона поля, км. =1
 Расстояние переезда, км. =3
 Плотность семян, кг/м³ =800
 Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
 Объем прodelываемой работы, га =400
 Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=14
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =30
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекатыванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 10 \text{ м}$
 $V_{opt} = 11 \text{ км/ч}$
 $M_{tiop} = 70 \text{ кН}$
 $N = 165.6275 \text{ л.с}$
 $E_{min} = 1194,8 \text{ МДж/га}$

Расчет 13

Площадь культивируемого поля, га. =100
 Длина гона поля, км. =1
 Расстояние переезда, км. =3
 Плотность семян, кг/м³ =800
 Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
 Объем прodelываемой работы, га =400
 Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=14
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1

Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5

Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 10 \text{ м}$

$V_{opt} = 12 \text{ км/ч}$

$M_{ti_{opt}} = 70 \text{ кН}$

$N = 165,62 \text{ л.с.}$

$E_{min} = 1424,6 \text{ МДж/га}$

**Изменение число колес на одном борту трактора с одновременным
понижением давления в них (1, 2, 3) и (0,16 МПа, 0,1 МПа, 0,06 МПа)**

Расчет 14

Площадь культивируемого поля, га. =100

Длина гона поля, км. =1

Расстояние переезда, км. =3

Плотность семян, кг/м³ =800

Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9

Объем прodelываемой работы, га =400

Количество тракторов выполняющих обработку =1

Время работы за одни сутки=14

Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40

Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16

Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1

Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5

Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 10 \text{ м}$

$V_{opt} = 12 \text{ км/ч}$

$M_{ti_{opt}} = 70 \text{ кН}$

$N = 165,62 \text{ л.с.}$

$E_{min} = 1424,6 \text{ МДж/га}$

Расчет 15

Площадь культивируемого поля, га. =100

Длина гона поля, км. =1

Расстояние переезда, км. =3

Плотность семян, кг/м³ =800

Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9

Объем прodelываемой работы, га =400

Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=14
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.1
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =2
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 12 \text{ м}$
 $V_{opt} = 12 \text{ км/ч}$
 $M_{tipt} = 90 \text{ кН}$
 $N = 227,79 \text{ л.с.}$
 $E_{min} = 762,1 \text{ МДж/га}$

Расчет 16

Площадь культивируемого поля, га. =100
 Длина гона поля, км. =1
 Расстояние переезда, км. =3
 Плотность семян, кг/м³ =800
 Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
 Объем прodelываемой работы, га =400
 Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=14
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.06
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =3
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 12 \text{ м}$
 $V_{opt} = 12 \text{ км/ч}$
 $M_{tipt} = 90 \text{ кН}$
 $N = 227,79 \text{ л.с.}$
 $E_{min} = 1164 \text{ МДж/га}$

Изменение давления в шинах (0,08 МПа, 0,12 МПа, 0,16 МПа, 0,2 МПа)

Расчет 17

Площадь культивируемого поля, га. =100

Длина гона поля, км. =1
 Расстояние переезда, км. =3
 Плотность семян, кг/м³ =800
 Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
 Объем прodelываемой работы, га =400
 Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=14
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.08
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекатыванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 12 \text{ м}$
 $V_{opt} = 12 \text{ км/ч}$
 $M_{tiop} = 90 \text{ кН}$
 $N = 227.7984 \text{ л.с}$
 $E_{min} = 762,1 \text{ МДж/га}$

Расчет 18

Площадь культивируемого поля, га. =100
 Длина гона поля, км. =1
 Расстояние переезда, км. =3
 Плотность семян, кг/м³ =800
 Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
 Объем прodelываемой работы, га =400
 Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=14
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.12
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекатыванию колес трактора =0.12
 Результаты:

$V_{opt} = 8 \text{ м}$
 $V_{opt} = 12 \text{ км/ч}$
 $M_{tiop} = 50 \text{ кН}$
 $N = 151,86 \text{ л.с}$
 $E_{min} = 1056,3 \text{ МДж/га}$

Расчет 19

Площадь культивируемого поля, га. =100
 Длина гона поля, км. =1
 Расстояние переезда, км. =3
 Плотность семян, кг/м³ =800
 Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
 Объем прodelываемой работы, га =400
 Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=14
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 10 \text{ м}$
 $V_{opt} = 12 \text{ км/ч}$
 $M_{ti_{opt}} = 70 \text{ кН}$
 $N = 165,62 \text{ л.с.}$
 $E_{min} = 1424,6 \text{ МДж/га}$

Расчет 20

Площадь культивируемого поля, га. =100
 Длина гона поля, км. =1
 Расстояние переезда, км. =3
 Плотность семян, кг/м³ =800
 Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
 Объем прodelываемой работы, га =400
 Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=14
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.2
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 12 \text{ м}$
 $V_{opt} = 10 \text{ км/ч}$
 $M_{ti_{opt}} = 80 \text{ кН}$

$$N = 172.3636 \text{ л.с}$$

$$E_{\min} = 1745,1 \text{ МДж/га}$$

Изменение удельного сопротивления (K)

$$(V_{\max}=12 \text{ км/ч; } K=1,5 \text{ кН/м; } 1,8 \text{ кН/м; } 2,1 \text{ кН/м; } 2,4 \text{ кН/м; } 2,7 \text{ кН/м; } 3,0 \text{ кН/м;})$$

Расчет 21

Удельное сопротивление $K=1,5$

Площадь культивируемого поля, га. =100

Длина гона поля, км. =1

Расстояние переезда, км. =3

Плотность семян, кг/м³ =800

Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9

Объем прodelываемой работы, га =400

Количество тракторов выполняющих обработку =1

Время работы за одни сутки=14

Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40

Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16

Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1

Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5

Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$$V_{opt} = 10 \text{ м}$$

$$V_{opt} = 11 \text{ км/ч}$$

$$M_{tiop} = 70 \text{ кН}$$

$$N = 165,62 \text{ л.с.}$$

$$E_{\min} = 1424,6 \text{ МДж/га}$$

Расчет 22

Удельное сопротивление $K=1,8$

Площадь культивируемого поля, га. =100

Длина гона поля, км. =1

Расстояние переезда, км. =3

Плотность семян, кг/м³ =800

Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9

Объем прodelываемой работы, га =400

Количество тракторов выполняющих обработку =1

Время работы за одни сутки=14

Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 12$ м
 $V_{opt} = 10$ км/ч
 $M_{ti_{opt}} = 90$ кН
 $N = 193,9091$ л.с.
 $E_{min} = 1557,2$ МДж/га

Расчет 23

Удельное сопротивление $K=2,1$
 Площадь культивируемого поля, га. =100
 Длина гона поля, км. =1
 Расстояние переезда, км. =3
 Плотность семян, кг/м³ =800
 Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
 Объем прodelываемой работы, га =400
 Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=14
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 10$ м
 $V_{opt} = 10$ км/ч
 $M_{ti_{opt}} = 90$ кН
 $N = 188,9091$ л.с.
 $E_{min} = 1804,6$ МДж/га

Расчет 24

Удельное сопротивление $K=2,4$
 Площадь культивируемого поля, га. =100
 Длина гона поля, км. =1
 Расстояние переезда, км. =3

Плотность семян, кг/м³ =800
 Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
 Объем прodelываемой работы, га =400
 Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=14
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 9 \text{ м}$
 $V_{opt} = 10 \text{ км/ч}$
 $M_{ti_{opt}} = 90 \text{ кН}$
 $N = 193,9091 \text{ л.с.}$
 $E_{min} = 1982,8 \text{ МДж/га}$

Расчет 25

Удельное сопротивление $K = 2,7$
 Площадь культивируемого поля, га. =100
 Длина гона поля, км. =1
 Расстояние переезда, км. =3
 Плотность семян, кг/м³ =800
 Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
 Объем прodelываемой работы, га =400
 Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=14
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 8 \text{ м}$
 $V_{opt} = 10 \text{ км/ч}$
 $M_{ti_{opt}} = 90 \text{ кН}$
 $N = 193,9091 \text{ л.с.}$
 $E_{min} = 2192,6 \text{ МДж/га}$

Расчет 26

Удельное сопротивление $K = 3,0$
 Площадь культивируемого поля, га. =100
 Длина гона поля, км. =1
 Расстояние переезда, км. =3
 Плотность семян, кг/м³ =800
 Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
 Объем прделываемой работы, га =400
 Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=14
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 6$ м
 $V_{opt} = 11$ км/ч
 $M_{tiop} = 80$ кН
 $N = 186,4803$ л.с.
 $E_{min} = 2468$ МДж/га

Изменяем максимальную скорость трактора ($V_{max}=7$ км/ч, 9 км/ч, 11 км/ч, 13 км/ч при $K=1,6$ кН/м)

Расчет 27

Максимальная скорость трактора, км/ч= 7
 Площадь культивируемого поля, га. =100
 Длина гона поля, км. =1
 Расстояние переезда, км. =3
 Плотность семян, кг/м³ =800
 Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
 Объем прделываемой работы, га =400
 Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=14
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 12 \text{ м}$

$V_{opt} = 7 \text{ км/ч}$

$M_{tiop} = 70 \text{ кН}$

$N = 105,9 \text{ л.с.}$

$E_{min} = 1643,4 \text{ МДж/га}$

Расчет 28

Максимальная скорость трактора, км/ч= 9

Площадь культивируемого поля, га. =100

Длина гона поля, км. =1

Расстояние переезда, км. =3

Плотность семян, кг/м³ =800

Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9

Объем прodelываемой работы, га =400

Количество тракторов выполняющих обработку =1

Время работы за одни сутки=14

Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40

Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16

Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1

Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5

Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 11 \text{ м}$

$V_{opt} = 9 \text{ км/ч}$

$M_{tiop} = 70 \text{ кН}$

$N = 135,8677 \text{ л.с.}$

$E_{min} = 1485,8 \text{ МДж/га}$

Расчет 29

Максимальная скорость трактора, км/ч= 11

Площадь культивируемого поля, га. =100

Длина гона поля, км. =1

Расстояние переезда, км. =3

Плотность семян, кг/м³ =800

Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9

Объем прodelываемой работы, га =400

Количество тракторов выполняющих обработку =1

Время работы за одни сутки=14

Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40

Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16

Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 10$ м
 $V_{opt} = 11$ км/ч
 $M_{tiop} = 70$ кН
 $N = 165$ л.с.
 $E_{min} = 1424,6$ МДж/га

Расчет 30

Максимальная скорость трактора, км/ч= 13
 Площадь культивируемого поля, га. =100
 Длина гона поля, км. =1
 Расстояние переезда, км. =3
 Плотность семян, кг/м³ =800
 Коэффициент прочности несущей поверхности =0.9
 Объем прodelываемой работы, га =400
 Количество тракторов выполняющих обработку =1
 Время работы за одни сутки=14
 Объем планируемого урожая побочной и основной продукции, ц/га. =40
 Давление в шинах трактора (от 0,08 до 0,2), МПа =0.16
 Число колес на одной полуоси трактора (1 или 2 или 3 и т.д.) =1
 Коэффициент сцепления колес с почвой =0.5
 Коэффициент сопротивления перекачиванию колес трактора =0.12

Результаты:

$V_{opt} = 9$ м
 $V_{opt} = 13$ км/ч
 $M_{tiop} = 70$ кН
 $N = 194,28$ л.с.
 $E_{min} = 1421,5$ МДж/га

Рисунок Б1 – Теоретическая тяговая характеристика трактора

п, мин-1	Ne, кВт	Мкр, Н.м	G _ч , кг/ч	Гуд, г/кВт.ч	Ркр, Н	Букс.	V, км/ч	Nкр, кВт	gкр, г/кр.кВт.ч	КПДтяг
2260,055	13,129	55,499	9,153	697,148	8368,121	0,000	5,099	0,014	646177,743	0,001
2250,405	20,102	85,344	10,256	510,207	12868,121	0,017	4,992	6,254	1639,993	0,311
2240,754	27,016	115,189	11,360	420,500	17368,121	0,034	4,886	12,228	929,042	0,453
2231,104	33,869	145,034	12,464	368,005	21868,121	0,050	4,780	17,939	694,815	0,530
2221,454	40,862	174,879	13,568	333,672	26368,121	0,067	4,675	23,388	580,129	0,575
2211,804	47,395	204,724	14,672	309,562	30868,121	0,084	4,569	28,570	513,536	0,603
2202,154	54,067	234,569	15,775	291,775	35368,121	0,103	4,459	33,457	471,517	0,619
2192,504	60,679	264,414	16,879	278,172	39868,121	0,123	4,336	37,953	444,737	0,625
2182,854	67,231	294,259	17,983	267,482	44368,121	0,151	4,179	41,806	430,157	0,622
2173,203	73,722	324,104	19,087	258,902	48868,121	0,195	3,948	44,428	429,611	0,603
2163,553	80,154	353,949	20,191	251,899	53368,121	0,269	3,567	44,601	452,692	0,556
2153,903	86,524	383,794	21,294	246,109	57868,121	0,402	2,907	39,985	532,558	0,462
2144,253	92,835	413,639	22,398	241,269	62368,121	0,637	1,758	26,371	849,350	0,284
2134,603	99,085	443,484	23,502	237,190	66868,121	1,044	-0,210	-3,421	-6870,699	-0,035

п, мин-1	Ne, кВт	Мкр, Н.м	G _ч , кг/ч	Гуд, г/кВт.ч	Ркр, Н	Букс.	V, км/ч	Nкр, кВт	gкр, г/кр.кВт.ч	КПДтяг
2256,955	15,375	65,085	9,507	618,343	8368,121	0,000	5,972	0,017	573134,416	0,001
2245,638	23,525	100,085	10,802	459,159	12868,121	0,017	5,842	7,319	1475,906	0,311
2234,321	31,591	135,085	12,098	382,891	17368,121	0,034	5,713	14,299	845,950	0,453
2223,004	39,575	170,085	13,391	338,358	21868,121	0,050	5,585	20,961	638,839	0,530
2211,687	47,476	205,085	14,685	309,315	26368,121	0,067	5,458	27,307	537,781	0,575
2200,370	55,294	240,085	15,979	288,992	30868,121	0,084	5,331	33,331	479,412	0,603
2189,053	63,029	275,085	17,274	274,064	35368,121	0,103	5,198	39,002	442,896	0,619
2177,736	70,681	310,085	18,568	262,708	39868,121	0,123	5,051	44,209	420,013	0,625
2166,419	78,250	345,085	19,863	253,838	44368,121	0,151	4,864	48,658	408,216	0,622
2155,102	85,736	380,085	21,157	246,772	48868,121	0,195	4,592	51,668	409,484	0,603
2143,785	93,139	415,085	22,452	241,055	53368,121	0,269	4,145	51,827	433,204	0,556
2132,468	100,460	450,085	23,746	236,375	57868,121	0,402	3,376	46,425	511,495	0,462
2121,151	107,697	485,085	25,041	232,510	62368,121	0,637	2,039	30,593	818,514	0,284
2109,834	114,852	520,085	26,335	229,297	66868,121	1,044	-0,244	-3,965	-6642,054	-0,035

п, мин-1	Ne, кВт	Мкр, Н.м	G _ч , кг/ч	Гуд, г/кВт.ч	Ркр, Н	Букс.	V, км/ч	Nкр, кВт	gкр, г/кр.кВт.ч	КПДтяг
2253,157	18,120	76,833	9,942	548,663	8368,121	0,000	7,038	0,020	508549,169	0,001
2239,797	27,698	118,150	11,470	414,092	12868,121	0,017	6,878	8,617	1331,043	0,311
2226,438	37,162	159,467	12,998	349,764	17368,121	0,034	6,721	16,820	772,759	0,453
2213,078	46,509	200,784	14,526	312,322	21868,121	0,050	6,564	24,633	589,683	0,530
2199,719	55,741	242,101	16,054	288,008	26368,121	0,067	6,409	32,061	500,737	0,575
2186,359	64,858	283,418	17,582	271,086	30868,121	0,084	6,253	39,097	449,707	0,603
2172,999	73,859	324,735	19,110	258,739	35368,121	0,103	6,092	45,704	418,129	0,619
2159,640	82,744	366,052	20,638	249,422	39868,121	0,123	5,913	51,755	398,772	0,625
2146,280	91,514	407,369	22,166	242,217	44368,121	0,151	5,689	56,906	389,528	0,622
2132,921	100,169	448,686	23,694	236,545	48868,121	0,195	5,365	60,366	392,514	0,603
2119,561	108,708	490,003	25,223	232,022	53368,121	0,269	4,838	60,490	416,970	0,556
2106,202	117,131	531,320	26,751	228,383	57868,121	0,402	3,936	54,129	494,200	0,462
1948,374	116,780	572,637	28,385	243,062	62368,121	0,637	2,211	33,173	855,662	0,284
1665,380	107,020	613,954	29,221	273,041	66868,121	1,044	-0,227	-3,695	-7909,191	-0,035

Рисунок Б2 – Теоретическая тяговая характеристика трактора

n, мин-1	Ne, кВт	Мкр. Н.м	G _ч , кг/ч	G _{уд} , г/кВт.ч	Р _{кр} , Н	Букс.	V, км/ч	N _{кр} , кВт	g _{кр} , г/кр.кВт.ч	КПД _{тяг}
2249,356	20,856	88,586	10,376	497,512	8368,121	0,000	8,101	0,023	461137,840	0,001
2233,953	31,852	136,224	12,138	381,075	12868,121	0,017	7,910	9,909	1224,916	0,311
2218,550	42,695	183,862	13,900	325,567	17368,121	0,034	7,721	19,324	719,300	0,453
2203,146	53,384	231,500	15,682	293,384	21868,121	0,050	7,534	28,274	553,926	0,530
2187,743	63,919	279,138	17,424	272,592	26368,121	0,067	7,349	36,764	473,934	0,575
2172,340	74,301	326,775	19,186	258,217	30868,121	0,084	7,163	44,789	428,359	0,603
2156,936	84,529	374,413	20,948	247,816	35368,121	0,103	6,972	52,306	400,478	0,619
2141,533	94,603	422,051	22,709	240,049	39868,121	0,123	6,760	59,172	383,787	0,625
2126,130	104,524	469,689	24,471	234,121	44368,121	0,151	6,498	64,995	376,508	0,622
2110,726	114,291	517,327	26,233	229,529	48868,121	0,195	6,121	68,876	380,872	0,603
2000,929	118,323	564,964	28,101	237,495	53368,121	0,269	5,266	65,840	426,805	0,556
1674,643	107,378	612,602	29,213	272,060	57868,121	0,402	3,608	49,622	588,712	0,462

n, мин-1	Ne, кВт	Мкр. Н.м	G _ч , кг/ч	G _{уд} , г/кВт.ч	Р _{кр} , Н	Букс.	V, км/ч	N _{кр} , кВт	g _{кр} , г/кр.кВт.ч	КПД _{тяг}
2243,820	24,826	105,709	11,010	443,462	8368,121	0,000	9,643	0,027	411039,536	0,001
2225,439	37,864	162,555	13,112	346,289	12868,121	0,017	9,403	11,780	1113,101	0,311
2207,059	50,883	219,400	15,214	300,185	17368,121	0,034	9,166	22,940	663,222	0,453
2188,678	63,284	276,246	17,317	273,638	21868,121	0,050	8,931	33,518	516,644	0,530
2170,297	75,665	333,092	19,419	256,646	26368,121	0,067	8,699	43,520	446,210	0,575
2151,917	87,628	389,937	21,522	245,042	30868,121	0,084	8,467	52,943	406,503	0,603
2133,536	99,773	446,783	23,624	236,779	35368,121	0,103	8,229	61,739	382,642	0,619
2115,156	111,498	503,629	25,726	230,735	39868,121	0,123	7,968	69,739	368,895	0,625
2031,683	119,186	560,474	27,918	234,237	44368,121	0,151	7,409	74,113	376,694	0,622
1642,330	106,117	617,320	29,233	275,483	48868,121	0,195	5,683	63,951	457,125	0,603

n, мин-1	Ne, кВт	Мкр. Н.м	G _ч , кг/ч	G _{уд} , г/кВт.ч	Р _{кр} , Н	Букс.	V, км/ч	N _{кр} , кВт	g _{кр} , г/кр.кВт.ч	КПД _{тяг}
2240,387	27,278	116,327	11,402	417,998	8368,121	0,000	10,595	0,029	387437,495	0,001
2220,160	41,569	178,882	13,716	329,957	12868,121	0,017	10,323	12,932	1060,603	0,311
2199,933	55,594	241,438	16,029	288,330	17368,121	0,034	10,054	25,163	637,029	0,453
2179,706	69,355	303,993	18,343	264,481	21868,121	0,050	9,788	36,733	499,357	0,530
2159,479	82,851	366,548	20,657	249,324	26368,121	0,067	9,525	47,653	433,480	0,575
2139,253	96,081	429,104	22,970	239,070	30868,121	0,084	9,263	57,918	396,597	0,603
2119,026	109,047	491,659	25,284	231,861	35368,121	0,103	8,994	67,479	374,694	0,619
2074,557	120,342	554,215	27,642	229,695	39868,121	0,123	8,600	75,271	367,233	0,625
1646,096	106,266	616,770	29,232	275,084	44368,121	0,151	6,606	66,079	442,382	0,622

n, мин-1	Ne, кВт	Мкр. Н.м	G _ч , кг/ч	G _{уд} , г/кВт.ч	Р _{кр} , Н	Букс.	V, км/ч	N _{кр} , кВт	g _{кр} , г/кр.кВт.ч	КПД _{тяг}
2239,004	28,263	120,602	11,560	409,024	8368,121	0,000	10,977	0,030	379118,987	0,001
2218,034	43,055	185,457	13,959	324,212	12868,121	0,017	10,692	13,395	1042,138	0,311
2197,064	57,562	250,311	16,358	284,173	17368,121	0,034	10,410	26,054	627,845	0,453
2176,094	71,785	315,166	18,756	261,285	21868,121	0,050	10,131	38,020	493,322	0,530
2155,123	85,722	380,020	21,155	246,784	26368,121	0,067	9,855	49,306	429,063	0,575
2134,153	99,375	444,875	23,554	237,016	30868,121	0,084	9,580	59,904	393,188	0,603
2113,183	112,744	509,729	25,952	230,187	35368,121	0,103	9,299	69,766	371,989	0,619
1935,041	116,375	574,584	28,451	244,475	39868,121	0,123	8,316	72,789	390,862	0,625
1490,832	99,760	639,438	29,089	291,531	44368,121	0,151	6,203	62,045	468,833	0,622

Рисунок Б3 – Теоретическая тяговая характеристика трактора

n, мин-1	Ne, кВт	Mкр, Н.м	Gч, кг/ч	Gуд, г/кВт.ч	Pкр, Н	Букс.	V, км/ч	Nкр, кВт	gкр, г/кр.квт.ч	КПДтяг
2232,447	32,919	140,882	12,310	373,957	8368,121	0,000	12,786	0,036	346616,388	0,001
2207,950	50,067	216,643	15,112	301,847	12868,121	0,017	12,433	45,576	970,245	0,311
2183,454	66,825	292,403	17,914	268,078	17368,121	0,034	12,085	30,246	592,285	0,453
2158,957	83,195	368,163	20,716	249,008	21868,121	0,050	11,742	44,064	470,143	0,530
2134,461	99,177	443,924	23,518	237,135	26368,121	0,067	11,402	57,044	412,287	0,575
2109,964	114,770	519,684	26,320	229,330	30868,121	0,084	11,065	69,184	380,438	0,603
1792,163	111,695	595,444	28,997	259,610	35368,121	0,103	9,212	69,117	419,538	0,619

n, мин-1	Ne, кВт	Mкр, Н.м	Gч, кг/ч	Gуд, г/кВт.ч	Pкр, Н	Букс.	V, км/ч	Nкр, кВт	gкр, г/кр.квт.ч	КПДтяг
2226,557	37,078	159,098	12,984	350,188	8368,121	0,000	14,401	0,040	324585,094	0,001
2198,893	56,308	244,653	16,148	286,787	12868,121	0,017	13,963	17,518	921,838	0,311
2171,230	75,043	330,209	19,313	257,355	17368,121	0,034	13,571	33,966	568,593	0,453
2143,566	93,282	415,764	22,477	240,956	21868,121	0,050	13,165	49,406	454,938	0,530
2115,902	111,026	501,320	25,641	230,946	26368,121	0,067	12,765	63,859	401,528	0,575
1850,854	113,693	586,875	28,809	253,393	30868,121	0,084	10,961	68,535	420,356	0,603

Расчет выполнил студент - Нурзадин Нурсиль Ринатович

Группа номер - С251-07

***** Расчеты окончены *****

Рисунок В1 – Расчет тяговой характеристики трактора по передачам

Тяговая характеристика трактора по передачам				
Введите марку прототипа	МТЗ-1523	Коэф. а	0,13	Колесный 4*4
Масса трактора, кг	7100	Коэф. b	0,013	Колесный 4*4
Радиус ведущих колёс, м	0,847	Коэф. с	8	Колесный 4*2
КПД трансмиссии	0,9	Введите число передач	9	
Мин. част. вр. х/х кол.вала дв., об/мин	700	Част. вращ. к. в. двиг. при Ме.макс., об/мин	1350	
Номин. част. вр. кол.вала дв., об/мин	2100	Номин. усилие на крюке, Н	30000	
Макс. част.вр. х/х кол.вала дв. об/мин	2278	Передаточное число 1-й передачи	141,9	
Номин. момент двигателя, Н*м	550,5	Передаточное число 2-й передачи	121	
Макс. момент двигателя, Н*м	660	Передаточное число 3-й передачи	102,5	
Номин. часовой расход топлива, кг/ч	27,46	Передаточное число 4-й передачи	88,9	
Часовой расход на х/х, кг/ч	7,1	Передаточное число 5-й передачи	74,5	
Удельный расход топлива, г/(кВт*ч)	227	Передаточное число 6-й передачи	67,7	
Коэф. сопр-я дви-ю	0,12	Передаточное число 7-й передачи	65,3	
Коэф. сц-я х/ч с почвой	0,5	Передаточное число 8-й передачи	55,9	
Коэф. распр. веса на ведущие колёса	1	Передаточное число 9-й передачи	49,5	
Введите ФИО...	Ирзадин Нурсиль Ринатович	Начальное значение усилия на крюке, Н	10	
		Номинальная мощность, кВт	121	
		Коэф. C1	0,8	
		Коэф. C2 = 2 - C1	1,2	
		Введите номер группы.....	251-07	
Методические рекомендации		Справочный материал		Рассчитать и напечатать

Таблица Г1 – Идентификация неисправностей дизеля и его турбокомпрессора

Признак						Причина	Проверить	Признак				
X	X	X	X		X	Недостаток воздуха	Чистоту воздушного фильтра. Заужен шланг подачи воздуха, неплотные (ослабленные) соединения.	X	X			
X	X				X	Падение давления наддува	Зауженное (поврежденное, неплотное, ослабленное) соединение между турбокомпрессором и дизелем		X			
X	X				X	Падение давления в выхлопе	Выпускной трубопровод (уплотнение) – ослаблено, повреждено, неплотное					
X	X				X	Высокое давление в выпускном трубопроводе	Препятствия в выпускном трубопроводе, поврежден выпускной трубопровод					
		X	X			Высокое давление картерных газов	Чистоту сапунов дизеля	X	X			X
			X		X	Недостаточная смазка	Чистоту подводящего трубопровода тур					
		X	X	X		Чрезмерная смазка	Выводящий трубопровод масла из турбокомпрессора сужен	X	X			
X	X					Низкая компрессия	Состояние клапанов, поршней и поршневых колец					
		X	X	X		Масло в камере сгорания	Состояние клапанов и направляющих, износ поршневых колец	X				
X	X					Плохой впрыск	Топливный насос и распылители форсунок					
X	X				X	Содержание инородных частиц	Воздухоочиститель (комплектность, чистоту)			X		
X	X				X	Инородные частицы в выхлопе	Поврежден корпус турбины, недостающая часть колеса турбины				X	
					X	Вибрация	Установку турбокомпрессора на дизель			X	X	
X	X	X	X	X	X	Турбокомпрессор неисправен	Снимите турбокомпрессор и отдайте его в ремонт	X	X	X	X	X
Падение мощности	Черный дым	Синий дым	Чрезмерный расход масла	Масло в выпускном трубопроводе	Шумный турбокомпрессор			Масло в корпусе турбины	Масло в корпусе компрессора	Колесо компрессора повреждено	Рабочее колесо турбины повреждено	Корпус подшипников загрязнен
Неисправность дизеля								Неисправность турбокомпрессора				

Таблица Д1 - Оптимальные значения суммарных энергетических затрат

ДТ-75М	T-150	T-4A	T-150K	K-701	MT3-1523	MT3-1221	K-744P2	K-3160	K-5250	T-215 КАМАЗ	Джон Дир-8430'	Бюллер 485	Ares-836	'Massey Ferguson	Джон Дир-9430
1.6523	2.3229	3.6825	4.3990	8.7049	2.5677	3.6074	3.6074	3.9532	5.2003	4.1816	6.1644	6.1644	5.7213	2.8356	13.4896

```

if t==1; TRACTOR=' ДТ-75М '
end
if t==2; TRACTOR=' T-150 '
end
if t==3; TRACTOR=' T-4A '
end
if t==4; TRACTOR=' T-150K '
end
if t==5; TRACTOR=' K-701 '
end
if t==6; TRACTOR=' MT3-1523 '
end
if t==7; TRACTOR=' MT3-1221 '
end
if t==8; TRACTOR=' K-744P2 '
end
if t==9; TRACTOR=' K-3160'
end
if t==10; TRACTOR=' K-5250 '
end
if t==11; TRACTOR=' T-215 КАМАЗ '
end
if t==12; TRACTOR=' Джон Дир-8430'
end
if t==13; TRACTOR=' Бюллер 485 '
end
if t==14; TRACTOR=' Ares-836 '
end
if t==15; TRACTOR=' Massey Ferguson'
end
if t==16; TRACTOR=' Джон Дир-9430'

```

СПЕЦИФИКАЦИЯ

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чение
Справ. №					<u>Документация</u>		
	A1			ВКР.23.05.01.14 7.17.00.00.ПЗ	Пояснительная записка	1	
				ВКР.23.05.01.14 7.17.00.00.СБ	Сборочный чертеж	1	
					<u>Сборочные единицы</u>		
	A1	1	ВКР.23.05.01.14 7.17.01.00.СБ	Односторонний клапан	1		
		2	ВКР.23.05.01.14 7.17.02.00.СБ	Маляный аккумулятор	1		
				<u>Детали</u>			
		3	ВКР.23.05.01.14 7.17.00.03	Корпус клапана	1		
		4	ВКР.23.05.01.14 7.17.00.04	Крышка клапана	1		
		5	ВКР.23.05.01.14 7.17.00.05	Корпус аккумулятора	1		
Подп. и дата				6	ВКР.23.05.01.14 7.17.00.06	Крышка аккумулятора	1
					<u>Стандартные изделия</u>		
				7	Болт М6 х 30.58 ГОСТ 7798-70		
				8	Болт М12 х 60.58 ГОСТ 7798-70	2	
				9	Шайба 6.65Г ГОСТ 6402-70	1	
				10	Шайба 12.65 Г 6402-70	2	
						1	
					<u>Прочие изделия</u>		
				11	Турбокомпрессор	1	
	Инв. № подл.					ВКР.23.05.01.14 7.17.00.00.СБ	
Изм/Лист		№ докум.	Подп.	Дата	Сборочный чертеж масляного аккумулятора	Лист	Листов
Разраб.		Нурзадин Н.Р.		06.20			1
Проб.		Хафизов К.А.		06.20			
Н.контр.		Хафизов К.А.		06.20		КГАУ каф. ТАиЭУ С251-07 группа	
Утв.		Хафизов К.А.		06.20			
Копировал					Формат А4		